PRZYCZYNEK DO TEORYI PRZYRZĄDÓW

SŁUŻĄCYCH

do przenoszenia ciał sypkich.

W „Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure" w №№ 33, 35 i 36 za rok 1891, profesor wyższej szkoły technicznej w Hanowerze, *Herman Fischer*, pomieścił bardzo ciekawy artykuł w przedmiocie mało badanym dotychczas z punktu naukowego; mianowicie, podał teoryę przyrządów do przenoszenia ciał sypkich. Dla bardzo wielu mechanizmów istnieją całe teorye, obliczenia i bogaty materyał zebrany z praktyki, tymczasem przy urządzeniu *elewatorów kubełkowych* (Becherwerke), *śrub* (*ślimaków* — Schrauben, Schnecken), *pasów do przenoszenia* (Förederbänder) i t. p., chociaż przyrządy te stanowią bardzo ważną część urządzenia wielu zakładów przemysłowych, trzeba stąpać po omacku, jeżeli nie posiada się w tym względzie własnego doświadczenia. Prof. *Fischer* zatrzymuje się głównie nad wyznaczeniem wymiarów i prędkości tych przyrządów, opierając się na swojem własnem teoretycznem badaniu, danych praktycznych, dostarczonych mu przez doświadczonych techników, pracujących na tem polu, a po części i na swych własnych doświadczeniach. W artykule wspomnianym, który podajemy poniżej w przekładzie z małemi skróceniami, prof. *Fischer* zajmuje się przenoszeniem w kierunku poziomym i pionowym ciał sypkich o formach mniej więcej zaokrąglonych (zboże i inne nasiona, piasek, ciała sproszkowane) i w stanie suchym, lecz zarówno są przytaczane uwagi o przenoszeniu i innych ciał.

I. *Elewatory kubełkowe.*

Ponieważ ustrój elewatorów kubełkowych znany jest czytelnikom z artykułu inż. techn. *P. S. Drzewieckiego* p. n. „Spichrze i elewatory zbożowe" [1]), przechodzimy wprost do części teoretycznej.

Aby rozwiązać pytanie o najwygodniejszem urządzeniu elewatora kubełkowego, potrzeba wziąć pod uwagę:

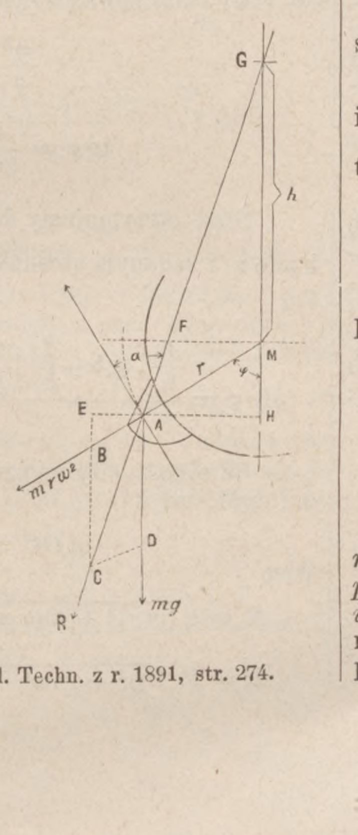
1) zdolność kubełka do napełnienia się, t. j. oprócz jego objętości jeszcze i sposób, w jaki się napełnia;

2) zdolność utrzymania przenoszonego ciała sypkiego aż do miejsca, w którem zaczyna się opróżnianie;

3) okoliczności, które towarzyszą samodzielnemu opróżnieniu w określonem miejscu.

Dla rozwiązania tych pytań, trzeba najprzód określić siły, jakie działają na ciało, znajdujące się w kubełku, a zarazem i ich kierunek. Środek A otworu (Füllung) kubełka (fig. 1), znajdujący się w odległości r od osi obrotowej dolnego koła, podlega działaniu własnego ciężaru $m.g$ (g—przyśpieszenie siły przyciągania $= 9{,}81\ m$) w kierunku pionowym i siły odśrodkowej $m.r.\omega^2$ w kierunku promienia, jeżeli przez ω oznaczymy prędkość kątową na sekundę.

Fig. 1.



Kierunek więc siły wypadkowej określi się w następujący sposób:

Niechaj $\overline{AB} = m r \omega^2$, $\overline{AD} = mg$, $AC = R$, $BAD = \varphi$, to w takim razie:

$$\overline{EB} = m r \omega^2 \cos\varphi$$

$$\overline{BC} = mg$$

$$\overline{EC} = m(r\omega^2 \cos\varphi + g),$$

dalej

$$EA = m r \omega^2 \sin\varphi,$$

skąd

$$\frac{\overline{EC}}{\overline{EA}} = \operatorname{tg} EAC = \frac{m(r\omega^2\cos\varphi + g)}{m r \omega^2 \sin\varphi} = \frac{r\omega^2\cos\varphi + g}{r\omega^2\sin\varphi} \ldots (1).$$

Następnie mamy: $EAC = GFM$;

$$\overline{GH} = h + r\cos\varphi = r\sin\varphi \operatorname{tg} GAH = r\sin\varphi\,.\operatorname{tg} GFM,$$

skąd

$$h + r\cos\varphi = r\sin\varphi\,.\,\frac{r\omega^2\cos\varphi + g}{r\omega^2\sin\varphi},$$

lub

$$h = \frac{r\omega^2\cos\varphi + g - r\omega^2\cos\varphi}{\omega^2}.$$

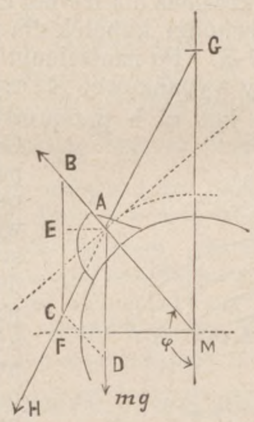
czyli

$$h = \frac{g}{\omega^2} \ldots\ldots\ldots\ldots (2).$$

Wysokość punktu, w którym kierunek wypadkowej R przecina linię pionową, przechodzącą przez środek dolnego koła, nad środkiem M tego koła, zależy tylko od prędkości kątowej ω.

Dla koła górnego (fig. 2), rachunek przeprowadza się w sposób następujący:

Fig. 2.



Oznaczmy $\overline{AB} = mg$, $\overline{AB} = \overline{CD} = m r\omega^2$, $AC = R$.

Dalej

$$\overline{EB} = m r\omega^2 \cos(180^\circ - \varphi) = -m r\omega^2\cos\varphi$$

$$\overline{BC} = mg,$$

skąd

$$\overline{EC} = \overline{BC} - \overline{EB} = m(g + r\omega^2\cos\varphi)$$

i

$$\operatorname{tg} EAC = \frac{\overline{EC}}{\overline{EA}} = \frac{m(g + r\omega^2\cos\varphi)}{m r\omega^2\sin\varphi} = \frac{g + r\omega^2\cos\varphi}{r\omega^2\sin\varphi} \ldots (3).$$

Oznaczając znowu wysokość $GM = h$

$$h = r\cos(180^\circ - \varphi) + r\sin(180^\circ - \varphi)\,.\operatorname{tg} EAC$$

lub

$$h = \frac{g + r\omega^2\cos\varphi - r\omega^2\cos\varphi}{\omega^2}$$

$$h = \frac{g}{\omega^2} = \frac{9{,}81}{\omega^2} \ldots\ldots\ldots (4).$$

Wysokość h punktu przecięcia kierunku siły R z linią pionową, przechodzącą przez M i w tym razie zależy tylko od prędkości kątowej ω *i dla górnego koła ma tę samą wielkość, co i dla dolnego.* Tym sposobem mamy łatwy sposób wykreślenia kierunku siły wypadkowej R dla każdego dowolnego promienia i dowolnego kąta φ.

[1]) Por. zeszyt grudniowy Przegl. Techn. z r. 1891, str. 274.

Zanim zastosujemy powyższe dowodzenie do przykładów, przedstawimy h w zależności od ilości n obrotów koła na minutę, gdyż w wielu wypadkach okazuje się obliczenie h za pomocą n wygodniejszem, niż za pomocą ω.

Ponieważ

$$r\omega = \frac{2\pi r n}{60},$$

czyli

$$\omega = \frac{\pi}{30} n,$$

przeto będzie:

$$h = \frac{g}{\omega^2} = \frac{g \cdot 30^2}{\pi^2 n^2},$$

a po wstawieniu odpowiednich wartości liczbowych dla g i π:

$$h = \frac{894{,}56}{n^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (5)$$

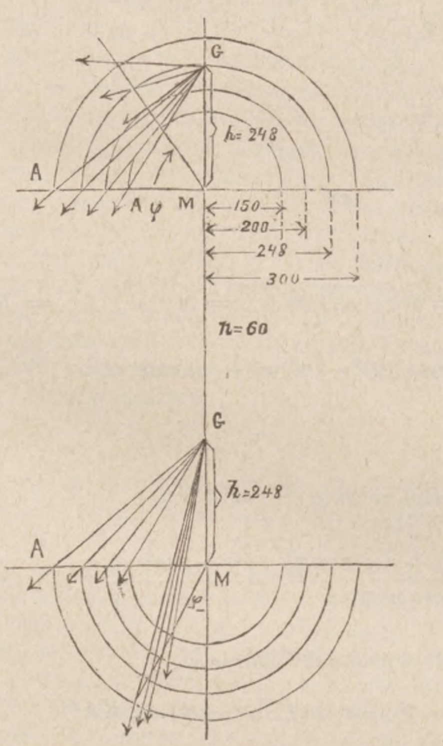
$$\log h = 2{,}95161 - 2 \log n \quad \ldots\ldots \quad (6).$$

Podług tego obliczone są następujące wartości hla h:

$n = 10$	15	20	25	30	35	40
$h = 8{,}946$	3,976	2,235	1,431	0,994	0,730	0,559 m
$n = 45$	50	55	60	65	70	
$h = 0{,}442$	0,358	0,296	0,248	0,212	0,182 m.	

Fig. 3 jest wykreśloną dla $n=60$, czyli $h=0{,}248\ m$, zaś łuki po których przechodzi kubełek dla promieni $r = 0{,}150$, $0{,}200$, $0{,}248$, $0{,}300\ m$. Po naniesieniu wysokości h otrzyma się kierunek siły wypadkowej R, czyli linię siły (Kraftlinie), odkładając kąt φ i przeprowadzając linię $\overline{GA}$.

Fig. 3.



Gdyby kubełek był napełniony ciałem płynnem, to jego górna powierzchnia byłaby prostopadła do odpowiedniej linii siły. W wypadku rozpatrywanym kubełek jest napełniony ciałem sypkiem i powierzchnia górna będzie pochylona do powierzchni równowagi ciała płynnego pod pewnym kątem β, kątem pochyłości naturalnej. Z tego powodu kąt, jaki tworzy linia siły z promieniem kubełka, ma znaczenie przy rozstrzygnięciu pytania, jakie położenie zajmie górna powierzchnia otworu kubełka odnośnie do promienia.

Dane, tyczące się kątów pochyłości naturalnej rozpatrywanych przez nas ciał sypkich, są bardzo niedokładne. W zwykłych wypadkach można za kąty te przyjąć wielkości następujące:

	β
dla prosa	23°
„ mokrego piasku rzecznego . . .	24°
„ wilgotej ziemi ogrodowej	27°
„ zboża	30°
„ piasku suchego	32°
„ grubego lub drobnego żwiru . . .	36°
„ czystej i suchej ziemi ogrodowej .	37°
„ czystej i suchej gliny	40°
„ wapna suchego sproszkowanego .	50°.

Jeżeli ciała sypkie ulegną silnemu ściśnieniu. to kąt ich pochyłości naturalnej odpowiednio się powiększa, i nawet w stanie pulchnym (in lockerem Zustande) przez pewien krótki czas mogą ułożyć się pod większym kątem nachylenia, niż powyżej podano.

Na zasadzie przedtem wyłożonej możemy dla każdego dowolnego położenia kubełka oznaczyć wykreślnie kierunek linii siły i zatem, odkładając kąt pochyłości naturalnej, wzięty odpowiednio do danego wypadku, określić granice równowagi ciała sypkiego w kubełku. W ogólnym wypadku jednak okazuje się dogodniej oznaczyć za pomocą rachunku kąt α, jaki tworzy kierunek linii siły z kierunkiem ruchu kubełka.

Kąt ten z fig. 1 i 2:

$$\alpha = 90^0 - GAM.$$

Lecz podług fig. 1

$$GAM = GAH - MAH = GAH - (90^0 - \varphi)$$

i podług fig. 2

$$GAM = GAH + MAH = GAH - (90^0 - \varphi);$$

w ogóle więc

$$\alpha = 90^0 - GAH + (90^0 - \varphi) = 180^0 - (GAH + \varphi)$$

$$\operatorname{tg}\alpha = -\operatorname{tg}(GAH + \varphi),$$

skąd

$$\operatorname{tg}\alpha = -\frac{\operatorname{tg} GAH + \operatorname{tg}\varphi}{1 - \operatorname{tg} GAH . \operatorname{tg}\varphi}$$

i podstawiwszy z równ. (1) wartość dla $\operatorname{tg} GAH$ lub $\operatorname{tg} EAC$, otrzymamy:

$$\operatorname{tg}\alpha = -\frac{\dfrac{g + r\omega^2\cos\varphi}{r\omega^2\sin\varphi} + \operatorname{tg}\varphi}{1 - \dfrac{g + r\omega^2\cos\varphi}{r\omega^2\sin\varphi} . \operatorname{tg}\varphi}$$

$$= -\frac{g + r\omega^2\cos\varphi + r\omega^2\sin\varphi\operatorname{tg}\varphi}{r\omega^2\sin\varphi - g\operatorname{tg}\varphi - r\omega^2\cos\varphi\operatorname{tg}\varphi}$$

$$= -\frac{g + r\omega^2(\cos\varphi + \sin\varphi\operatorname{tg}\varphi)}{-g\operatorname{tg}\varphi}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\operatorname{tg}\varphi} + \frac{r\omega^2}{g\sin\varphi} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7),$$

lub też posiłkując się równ. 2:

$$\frac{\omega^2}{g} = \frac{1}{h}$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{\operatorname{tg}\varphi} + \frac{r}{h\sin\varphi} \quad \ldots\ldots \quad (7^a).$$

Stąd otrzymujemy do obliczenia kąta φ przy zadanym kącie α i zadanym stosunku $\frac{r}{h}$ wzór:

$$\sin\varphi = \frac{\frac{r}{h} . \operatorname{tg}\alpha + \sqrt{\left(\frac{r}{h}\operatorname{tg}\alpha\right)^2 + (1 + \operatorname{tg}^2\alpha)\left(1 - \frac{r^2}{h^2}\right)}}{1 + \operatorname{tg}^2\alpha} \quad \ldots \quad (8).$$

Wielkość siły wypadkowej R da się w łatwy sposób obliczyć, gdyż

$$ADC = 180^0 - \varphi,$$

więc

$$R = \sqrt{(mg)^2 + (mr\omega^2)^2 - 2mg\,mr\omega^2\cos ADC}$$

$$R = m\sqrt{g^2 + r^2\omega^4 + 2gr\omega^2\cos\varphi} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (9),$$

lub też

$$R = mg\sqrt{1 + \frac{r^2}{h^2} + 2\frac{r}{h} \cdot \cos\varphi} \quad . \; . \; . \; . \quad (10).$$

Napełnienie kubełków odbywa się zwykle w ten sposób, że kubełek zagarnia przednią krawędzią [1]) ziarna, znajdujące się w dolnej części skrzynki elewatora, rzadziej zaś ziarna wpadają wprost do kubełka z podprowadzającej rury. W ostatnim razie jednak początek napełnienia zaczyna się również w dolnej części skrzynki, do której wpadają cząsteczki przez szpary między kubełkiem i ściankami skrzynki.

Widzimy więc, że kubełek podgarnia ziarna, które ma podnieść. Z tego powodu trzeba się starać, żeby kąt, jaki tworzy obrzeże zewnętrzne kubełka z kierunkiem ruchu kubełka, był możliwie mały. Jeżeli się ma do czynienia z ciałem sypkiem gruboziarnistem (np. węglem kamiennym), to jak wiadomo brzegi kubełków powinny prawie dotykać się do dna dolnej skrzynki elewatora [2]).

Z równ. (8) wynika, że dla $\varphi = 0$, $\operatorname{tg}\alpha = \frac{1}{0} + \frac{r}{h.0} = \infty$, t. j. $\alpha = 90^0$, przeto każdy kubełek w swojem dolnem położeniu może się tylko częściowo napełnić, i jeżeli napełnienie wypadkowe nastąpi w wyższym stopniu, to zaraz nastąpi częściowe opróżnienie. Z tego powodu kubełki powinny mieć możność dopełnienia się w wyższem położeniu, czyli innemi słowy ciało powinno być wsypywane do dolnej skrzynki elewatora od strony podnoszenia się kubełków i z miejsca odpowiednio wyżej położonego. Wysokość wsypywania zależy od stosunku $\frac{r}{h}$.

Niechaj będzie $n = 60$, $h = 0{,}248$, $r = 0{,}1$; w wypadku podnoszenia zboża można przyjąć kąt pochyłości naturalnej $\beta = 45^0$, gdyż kąt ten powinien być utrzymany przez bardzo krótki przeciąg czasu, i gdyby w rzeczywistości nie znalazło to miejsca, nastąpiłoby tylko nieznaczne zmniejszenie się napełnienia kubełka. Dalej stawiamy warunek, żeby każdy kubełek napełniał się do pewnej linii, prostopadłej do kierunku ruchu kubełka i biorącej początek od zewnętrznej krawędzi kubełka. Ze względu więc na to, napełnienie dolnej skrzynki elewatora powinno być na tyle wysokie, żeby jeszcze i przy $\alpha = 45^0$ krawędź kubełka mogła zaczerpywać ziarno.

Odnośną wielkość kąta φ otrzymamy z równ. (8):

$$\sin\varphi = \frac{\frac{0{,}1}{0{,}248} \cdot 1 + \sqrt{\left(\frac{0{,}1}{0{,}248} \cdot 1\right)^2 + (1+1)\left[1 - \left(\frac{0{,}1}{0{,}248}\right)^2\right]}}{1+1}$$

$$\varphi = 61^0 40'.$$

W razie gdy $r = 0{,}248$, czyli w ogóle $\frac{r}{h} = 1$ przy $\alpha = 45^0$, otrzymamy.

$$\sin\varphi = \frac{1 . 1 + \sqrt{(1+1)^2 + (1+1)[1-1]}}{1+1} = 1$$

$$\varphi = 90^0.$$

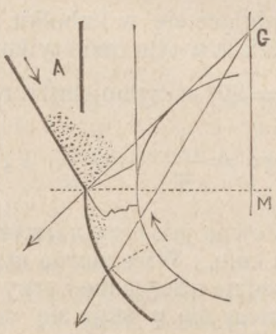
Przy dalszem powiększeniu się $\frac{r}{h}$, otrzymuje się kąt φ większy od 90^0, co w rzeczywistości jest niemożliwe i pokazuje, że kubełek znajduje się na części pasa skierowanej ku górze i napełnienie kubełka musiałoby się odbywać powyżej środka dolnego koła. Już przy $\frac{r}{h} = 1$ i $\beta = \alpha = 45^0$ napełnienie kubełka powinno zakończyć się na wysokości środka dolnego koła, jeżeli jest pożądanem aby napełnienie dochodziło do linii, przeprowadzonej od brzegu kubełka prostopadle do kierunku ruchu.

[1]) Por. Przegl. Techn. z r. 1891 — tabl. XXI, rys. 1.

[2]) *Herm. Fischer*, Allgemeine Grundsätze und Mittel des mechanischen Aufbereitens. Lipsk 1866, str. 601.

Dla jednego i tego samego kubełka istnieją rozmaite r. Naprzykład na fig. 4, niechaj będzie r dla zewnętrznej krawędzi kubełka $= 0{,}248$, szerokość kubełka $a = 0{,}095$,

Fig. 4.



wtedy dla osady kubełka $r = 0{,}153$ i w takim razie, przyjmując $n = 60$, mamy $\frac{r}{h} = 0{,}617$ i $\alpha = 45^0$, wtenczas będzie:

$$\sin\varphi = \frac{0{,}617 . 1 + \sqrt{0{,}617^2 + 2\,(1 - 0{,}617^2)}}{2}$$

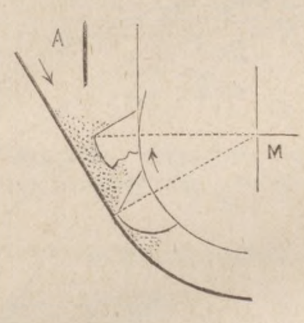
$$\sin\varphi = 0{,}945$$

$$\varphi = \backsim 70^0 50'.$$

Widocznem jest z rysunku, że ta okoliczność powoduje napełnienie kubełków bez względu na to, że ciało wysypując się z rury doprowadzającej A tworzy pewną skarpę, więc przy osadzie kubełka ma mniejszą grubość niż przy krawędzi zewnętrznej. W każdym razie stosunek $\frac{r}{h} = 1$ w ogóle uważać należy jako najwyższą granicę, jeżeli chcemy, aby kubełek napełniał się do linii, o której kilkakrotnie było wspomniane. Jeżeli jednak zgodzimy się na to, aby górna powierzchnia ciała sypkiego, znajdującego się w kubełku, była pochyloną do wnętrza od płaszczyzny tworzącej kąt prosty z kierunkiem ruchu, wtedy możemy stosunek ten przekraczać. Podane równania dają możność zbadania i tego wypadku, gdyż pozwalają znaleść wyższą granicę $\frac{h}{r}$ dla kątów pochyłości naturalnych odmiennych od $\alpha = 45^0$.

Na prawidłowe co do czasu napełnianie kubełków, odległość pomiędzy nimi odgrywa pewną rolę. Napełnienie kubełków może się odbywać nietylko przez krawędź zewnętrzną, ale również i przez boczne. W tym ostatnim wypadku mogłaby być mowa tylko o ograniczeniu długości kubełków, mierzonej po linii prostopadłej do płaszczyzny ruchu. Ponieważ napełnienie kubełków z boków, nie jest w praktyce stosowane, nie będziemy się więc nad niem zastanawiali. Rozwiązanie pytania, jaka odległość między kubełkami może być uważana za prawidłową, zależnem jest od przyjęcia określonej formy kubełka, nad którą tylko w krótkości się zatrzymamy. Z fig, 5 okazuje się, że odległość między kubełkami

Fig. 5.



może być nieznaczna, jeżeli osada rury doprowadzającej nie będzie dochodziła do wysokości środka dolnego koła, jak to

zrobiono na fig. 4 i co się najczęściej używa, lecz będzie stanowiła linię styczną do dolnej półokrągłej części skrzynki elewatora.

Gdy na dolnem kole $\varphi = 90^0$, to na podnoszone ciało nie działają żadne siły, powodujące wysypywanie, gdyż działa w tym razie tylko siła ciężkości.

Na ciało znajdujące się w kubełku, po dojściu do górnego koła, znowu działa w tym razie tylko siła wypadkowa R.

Dla $\frac{r}{h} = 1$ i $\varphi = 90^0$ otrzymujemy z równ. (7^a) znowu:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{1} = 1,$$

a więc $\alpha = 45^0$ zarówno jak przy najwyższem położeniu kubełka przy dolnem kole. Więc ziarno utrzymane w kubełku przy dolnem kole będzie utrzymane i przy górnem, zwłaszcza że α z powiększeniem się φ staje się coraz mniejsze (por. fig. 3). Z równania (8) α a zatem i $\operatorname{tg} \alpha = 0$ przy

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \frac{r^2}{h^2}} \quad \ldots \ldots \ldots \quad (11).$$

Stąd wynika, że dla $\frac{r}{h} > 1$ kąt α nigdy nie może się zmniejszyć aż do 0. Zmniejsza się poczynając od $\varphi = 90^0$, z powiększeniem się φ wzrasta znowu i przy $\varphi = 180^0$ dochodzi do 90^0. Przy stosunku $\frac{r}{h} > 1$ kubełek zacznie się opróżniać, wprzód nim dojdzie do najwyższego położenia.

Dla $\frac{r}{h} = 1$ kąt α zmniejsza się wciąż aż do $\varphi = 180^0$, przy którem $\alpha = 0$. W tym razie również zanika siła R, gdyż podług równ. (11)

$$R = mg\sqrt{1 + 1 + 2 \,.\, 1\,(-1)} = 0.$$

Wreszcie otrzymujemy dla $\frac{r}{h} < 1$ z równ. (11) przy

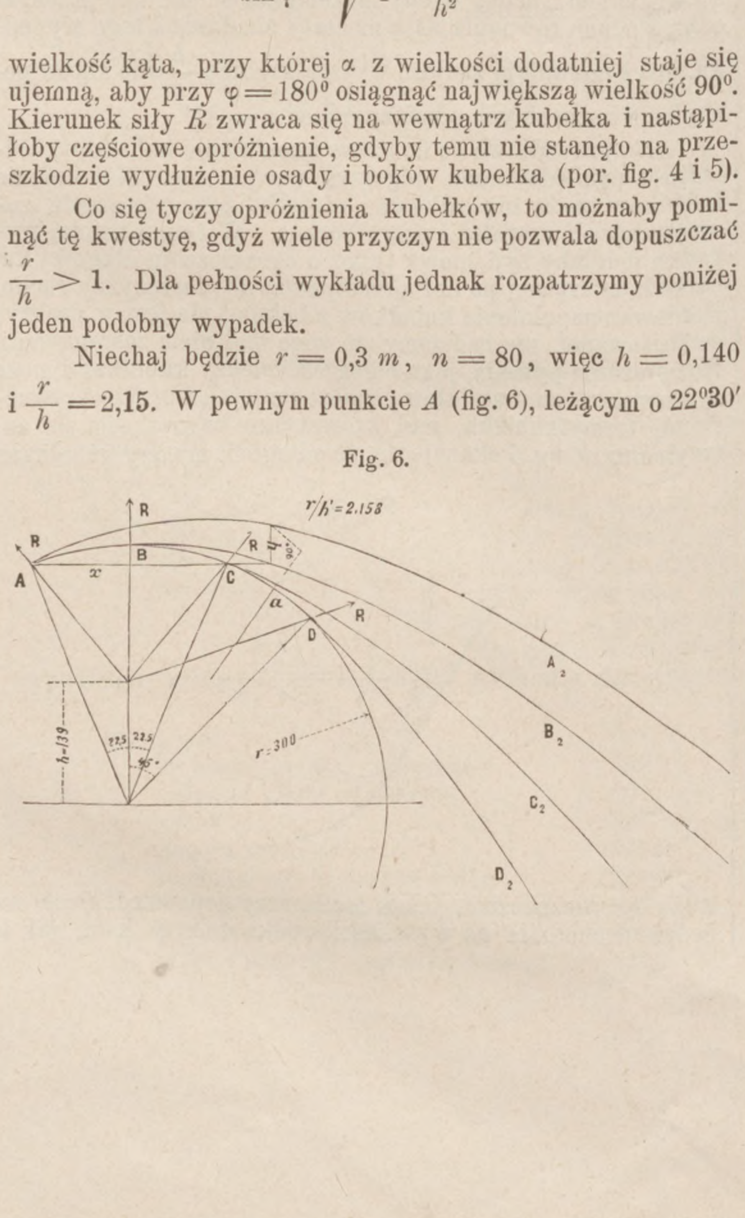
$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \frac{r^2}{h^2}}$$

wielkość kąta, przy której α z wielkości dodatniej staje się ujemną, aby przy $\varphi = 180^0$ osiągnąć największą wielkość 90^0. Kierunek siły R zwraca się na wewnątrz kubełka i nastąpiłoby częściowe opróżnienie, gdyby temu nie stanęło na przeszkodzie wydłużenie osady i boków kubełka (por. fig. 4 i 5).

Co się tyczy opróżnienia kubełków, to możnaby pominąć tę kwestyę, gdyż wiele przyczyn nie pozwala dopuszczać $\frac{r}{h} > 1$. Dla pełności wykładu jednak rozpatrzymy poniżej jeden podobny wypadek.

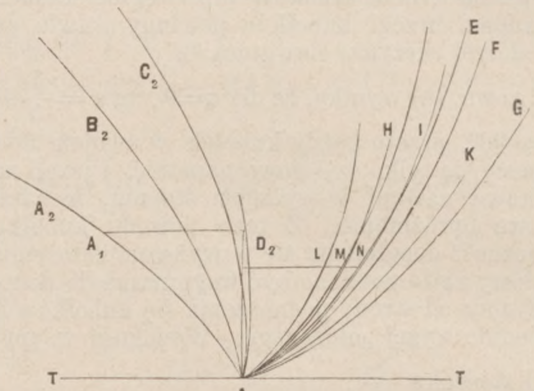
Niechaj będzie $r = 0{,}3\ m$, $n = 80$, więc $h = 0{,}140$ i $\frac{r}{h} = 2{,}15$. W pewnym punkcie A (fig. 6), leżącym o $22^0 30'$

Fig. 6.



od linii pionowej, znajduje się ziarno, które jakimś sposobem wypada z kubełka. Ziarno to przebiegnie drogę AA_1A_2. Podczas gdy ziarno znajduje się w punkcie A_1, punkt kubełka, z którego ziarno opuściło kubełek, znajduje się w pewnym punkcie między C i D, który nazwiemy a. Widocznem jest, że punkty te będą leżały po przeciwnych stronach stycznej przeprowadzonej przez punkt a. Rozpatrując wzajemne położenie całego szeregu odpowiednich punktów drogi rzutu ziarna (Wurfbahn) i drogi kubełka, i łącząc oddzielne punkty linią ciągłą, otrzymamy linię drogi względnej (Weglinie) ziarna odnośnie do kubełka [1]. Na fig. 7 linia A_1A_2 przedstawia linię drogi względnej, przechodzącej przez punkt A z fig. 6, zaś FF przedstawia linie styczne do drogi kubełka. Z rysunku widać najdokładniej, że nie można nadać

Fig. 7.



kubełkowi takiej formy, która pozwoliłaby ziarnu wypaść z niego. Tak samo ziarna, wyrzucone w punktach B, C i D i przebiegające drogi rzutu BB_2, CC_2 i DD_2 (rys. 6), nie mogą w rzeczywistości opuścić kubełka, jak to pokazują linie dróg względnych tych ziarnek AB_2, AC_2 i AD_2 (fig. 7). Jedyny środek, za pomocą którego ziarno może opuścić kubełek i odbywać zupełnie wolny ruch, polega na tem, że siła wypadkowa R pcha ziarno po tylnej ściance kubełka. Ziarno opuszcza wtedy kubełek pod pewnym kątem, zależnym od formy kubełka, i posiada pewną prędkość, inną dla każdego pojedynczego wypadku. Z tego powodu nie będziemy dalej rozpatrywali okoliczności, towarzyszących wysypywaniu się ziarna przy $r > h$.

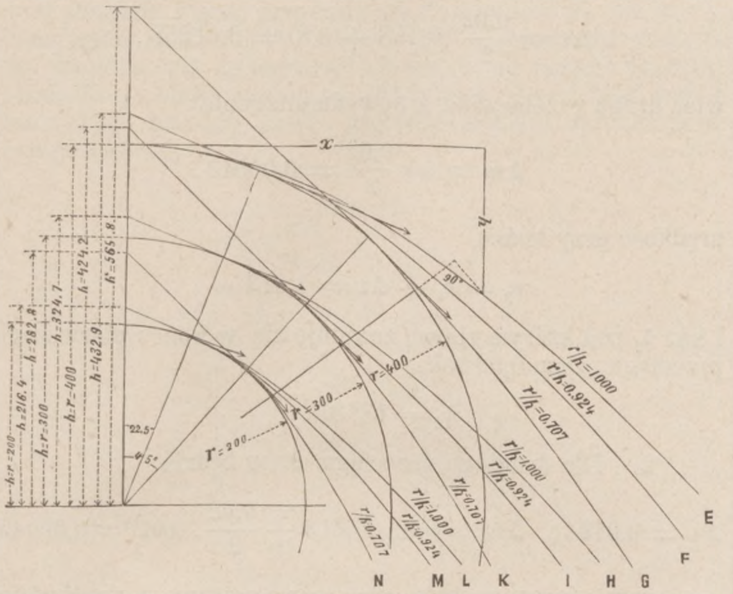
Przy $r = h$ bieg swobodny ziarna bierze początek w wierzchołku drogi kubełka. Fig. 8 przedstawia drogi rzutów dla trzech promieni $r = 0{,}2$, $r = 0{,}3$, $r = 0{,}4\ m$, a prawa strona (fig. 7) linie dróg względnych w skali 1 : 3. Te linie dróg względnych pokazują, że przy odpowiedniej formie kubełka ziarno może go bez przeszkody opuścić. Na fig. 8 widać jeszcze drogi rzutów dla trzech podanych powyżej promieni i dla wypadku gdy siła odśrodkowa równa się składowej w kierunku promienia siły ciężkości mg dla kątów $\varphi = 180^0 + 22^0 30'$ i $180^0 + 45^0$, lub innemi słowy, że $\frac{r}{h} = 0{,}924$ albo 0,707. Liniom dróg rzutów na fig. 8 odpowiadają linie dróg względnych na fig. 7, oznaczone temi samemi literami.

Z wyżej podanego dowodzenia wynika najprzód, że brzeg kubełka, przy zachowaniu innych warunków, nie przeszkadzając swobodnemu wysypywaniu się ziarna, może być tem bardziej wysunięty, im r jest większe. Stąd

[1]) Drogę rzutu, początek której znajduje się w punkcie A, otrzyma się jak wiadomo w następujący sposób: Prędkość ziarna w punkcie A równa się prędkości odpowiedniego punktu kubełka $= \frac{2\pi r n}{60} = v$, więc jej pozioma składowa $= v \cos 22^0 30'$, pionowa składowa skierowana ku górze $= v \sin 22^0 30'$. Prędkość składowa pozioma wyrzuconego ziarna nie zmienia się, więc droga przebieżona w kierunku poziomym po t sek. $x = v \,.\, \cos 22^0 30' \,.\, t$, na prędkość pionową będzie wywierała działanie siła ciężkości ziarna, więc odpowiednia droga

$$y = v \sin 22^0 30' \,.\, t - g\,\frac{t^2}{2}.$$

Fig. 8.



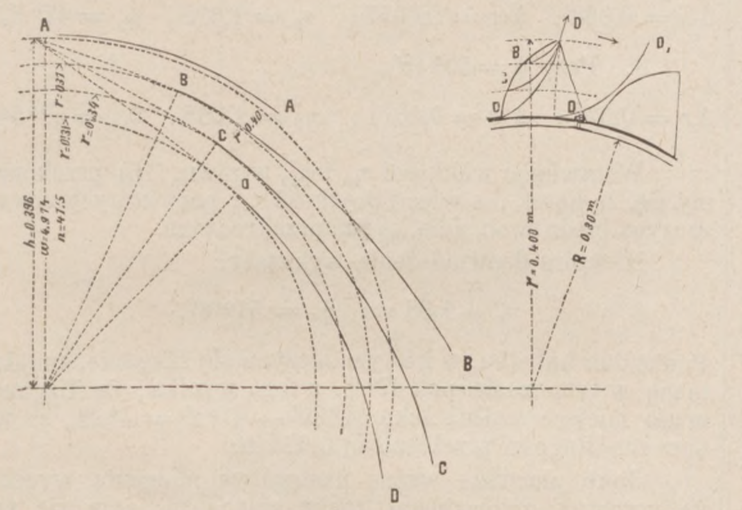
wnioskujemy: że przy jednakowej formie kubełek może być tem większy, im r jest większe.

Dalej rozpatrując linie dróg względnych (fig. 7), widzimy, że stosunkowa głębokość kubełka (mierzona w kierunku ruchu) może być tem większa, im stosunek $\frac{r}{h}$ jest mniejszy. To jest widoczne dla każdego z trzech promieni na liniach *E*, *F* i *G*; *H*, *I* i *K*; *L*, *M* i *N*.

Objętość kubełka zależy więc od rozmaitych promieni. Każda warstwa, znajdująca się na różnej odległości od osi koła, zachowuje się rozmaicie. Łatwo się przekonać, że część najdalej położona od tej osi pierwsza zaczyna wysypywać się, następne zaś naśladują ją w porządku, w jakim zmniejsza się ich odległość od osi koła. Opróżnienie każdego kubełka następuje więc nie raptownie, lecz stopniowo.

Na fig. 9 i 10 widać przykład kubełka, którego osada znajduje się w odległości $r = 0{,}31$ *m* od osi koła, szerokość kubełka $= 0{,}09$ *m* i koło robi 47,5 obrotów na minutę, tak że dla osady kubełka $\frac{r}{h} = 0.78$. Dla dwóch następnych

Fig. 9 i 10.



warstw wzięto $\frac{r}{h} = 0{,}86$ i $0{,}93$. Linia rzutów *AA*, wychodząca z wierzchołka (fig. 9), odpowiada drodze przebierzonej przez ziarna, które się znajdowały w tem miejscu na brzegu kubełka. Pozostałe trzy linie rzutów *BB*, *CC* i *DD* (rys. 9), nie potrzebują objaśnienia. Odpowiednie linie dróg względnych wykreślone są na fig 10 w ten sposób, że wszystkie przechodzą przez zewnętrzną krawędź kubełka i wtenczas łącząc początkowe punkty linij dróg względnych z brzegiem kubełka, otrzymamy kształt zewnętrznej jego ścianki. Na fig. 10 linia drogi względnej *DD* jest po raz drugi przeprowadzona, poczynając od tyłu górnej powierzchni otworu kubełka, dla przekonania się jak daleko powinien być umieszczony następny kubełek, żeby nie zawadzał wybiegającym ziarnom.

Przedstawione na fig. 10 linie rzutów są obliczone i wyrysowane w przypuszczeniu, że ziarno nie posiada innego ruchu, niż odpowiadający mu punkt kubełka, dopóki jego siła odśrodkowa nie będzie większa od składowej siły ciężkości, przechodzącej przez środek koła. Warunek ten jest dopuszczalny tem bardziej, że warstwy podnoszą się jedna za drugą, zaczynając od górnych i przechodząc stopniowo do dolnych. W przypuszczeniu tem tkwi jednak błąd, który można było pominąć w rozpatrywanym przykładzie, w każdym razie błąd ten gra pewną rolę, mianowicie gdy koło robi małą ilość obrotów. Z fig. 2, z równ. (7) i (7^a), jak również z objaśnień tych równań wynika, że $\alpha = 0$ przy (podług równ. 11)

$$\sin\varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{r}{h}\right)^2},$$

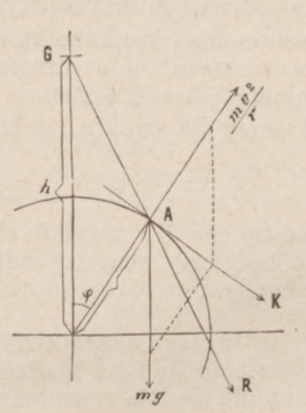
t. j. że kiedy siła odśrodkowa jest równa składowej siły ciężkości, przechodzącej przez środek koła, wtedy ta ostatnia nie przyciska ziarna do wnętrza kubełka i wtenczas zaczyna się swobodny bieg ziarna, o ile forma kubełka nie będzie okazywała przeszkody. Przedtem α miało już pewną małą wielkość. Od tej chwili, w której $\operatorname{tg}\alpha = f$, t. j. równa się spółczynnikowi tarcia, czyli $\alpha =$ kątowi tarcia, powstaje ślizganie się ziarna w kierunku ruchu i wzdłuż zewnętrznej ścianki kubełka. Ta okoliczność w przytoczonym przykładzie została pominięta.

Badanie tego ślizgania musi zasadzać się na znajomości kąta tarcia. Ponieważ jednak wielkość tarcia, zarówno jak i prawa podług których ono się zmienia, dotychczas niedokładnie są znane, przeto następujące roztrząsanie może tylko objaśnić istotę ślizgania, którego stopień zależny od rozmaitych niewiadomych przyczyn, będzie w rzeczywistości większy lub mniejszy od znalezionego poniżej.

Wielkość spółczynnika tarcia przyjmuje prof. *Fischer* w spokoju $f_1 = 0{,}4$, w ruchu $f = 0{,}25$, chociaż bowiem dno kubełka, po którem będzie się odbywało ślizganie się ziarna, z początku nie jest gładkie, lecz w prędkim czasie zupełnie się wypoleruje.

Na ziarno *A* (rys. 11) działają dwie siły: ciężar własny mg i siła odśrodkowa $mr\omega$. Ta ostatnia działa prostopadle

Fig. 11.



do płaszczyzny ślizgania. Składowa siły mg, działająca w kierunku wprost przeciwnym, równa się $mg\cos\psi$ i siła tarcia będzie

$$f(mg\cos\psi - mr\omega^2).$$

Składowa siły mg, działająca po stycznej, równa się $mg\sin\psi$, skąd siła powodująca ślizganie

$$K = m[g\sin\psi - f(g\cos\varphi - r\omega^2)] \quad . \quad . \quad . \quad (12).$$

Ślizganie nastąpi wtenczas, kiedy będzie przezwyciężone tarcie w spokoju, t. j. kiedy

$$g \sin \psi \geqq f_1 (g \cos \psi - r\omega^2).$$

Należy więc zbadać zależność od kąta ψ_1, dla którego istnieje wzór

$$g \sin \psi_1 = 0{,}4\, g \cos \psi - 0{,}4\, r\omega^2 \quad . \; . \; . \quad (13),$$

lub, podstawiając z równ. (2), $h = \frac{g}{\omega^2}$

$$\sin \psi_1 + 0{,}4 \frac{r}{h} = 0{,}4 \sqrt{1 - \sin^2 \psi_1},$$

skąd otrzymujemy:

$$\sin \psi_1 = \frac{\sqrt{0{,}7424 - 0{,}1024 \left(\frac{r}{h}\right)^2} - 0{,}8 \frac{r}{h}}{2{,}32},$$

co w przybliżeniu można napisać:

$$\sin \psi_1 = \frac{\sqrt{0{,}74 - 0{,}1 \left(\frac{r}{h}\right)^2} - 0{,}8 \frac{r}{h}}{2{,}3} \quad . \; . \; . \quad (14).$$

Ślizganie ustaje, jak tylko siła odśrodkowa ziarna będzie równą $mg \cos \psi$. W skutek ślizgania się prędkość ziarna wzrasta i będzie większa od prędkości dna kubełka.

Oznaczając przez v_e prędkość w chwili, w której ziarno zaczyna mieć ruch zupełnie swobodny, i przez ψ_e odpowiedni tejże chwili kąt ψ (por. fig. 11), możemy wyrazić koniec ślizgania przez równanie:

$$mg \cos \psi_e = m \frac{v_e^2}{r}$$

lub

$$\cos \psi_e = \frac{v_e^2}{g r} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (15).$$

Aby dokładnie zbadać okoliczności towarzyszące ślizganiu się, należałoby zamiast $\frac{K}{m}$ w równ. (12) podstawić odpowiadającu mu pochodną $\frac{dv}{dt}$. Pomimo wielkich trudności, jakie przytem były do przezwyciężenia, prof. *Fischer* otrzymał równania z całkami eliptycznemi, których postać złożona nie nadaje się do celów praktycznych. Z tego powodu prof. *Fischer* posługiwał się bardziej prostym sposobem, objaśnienie którego podane jest na poniższym przykładzie.

Niechaj będzie promień dna kubełka $r = 0{,}31\ m$ i prędkość jego $v_1 = r\omega = 1{,}00\ m$. Stąd otrzymujemy $u = 30{,}82$ obrotów koła na minutę i $h = 0{,}942\ m$.

Z równ. (14) mamy dla punktu, w którym zaczyna się ślizganie

$$\psi_1 = 14^0 47'.$$

Poczynając od tej chwili, wszelkie okoliczności, towarzyszące ślizganiu będziemy rozpatrywali co 0,02 sekundy. W ciągu jednej sekundy koło obróci się na 185°, więc w ciągu 0,02 sek na 3,7°.

Przypuśćmy, że w ciągu każdej 0,02 sek. odpowiednie przyśpieszenie nie zmienia się i dla każdego takiego przeciągu czasu przy obliczaniu będzie wprowadzona średnia wielkość kąta ψ.

Z równ. (12) otrzymamy:

$$\frac{K}{m} = g (\sin \psi - f \cos \psi) + f r \omega^2 = g (\sin \psi = f \cos \psi) + f \cdot \frac{v_1^2}{r}$$

lub, po podstawieniu wielkości liczbowych, wywołany przez to przyśpieszenie wzrost prędkości

$$\Delta v = \frac{0{,}02}{2} [9{,}81 (\sin \psi - 0{,}25 \cos \psi) + 0{,}8 v_1^2].$$

1. Dla pierwszego przeciągu czasu trzeba przyjąć $\psi = 16^0 38'$, co daje

$$\Delta v = \frac{0{,}02}{2} (0{,}458 + 0{,}8) = 0{,}01258,$$

więc droga przebieżona z powodu ślizgania

$$\Delta w = \Delta v \frac{0{,}02}{2} = 0{,}00013,$$

prędkość przy końcu

$$v_2 = v_1 + \Delta v = 1{,}013\ m$$

i kąt ψ_2 pod którym ziarno znajduje się w końcu pierwszego przeciągu czasu 0,02 sek.

$$\psi_2 = 18^0 31'.$$

2. Dla drugiego przeciągu czasu będzie

$$\Delta v = 0{,}0194; \quad \Delta w = 0{,}02 \,.\, 0{,}013 + \frac{0{,}02}{2} \,.\, 0{,}019 = 0{,}00045,$$

ponieważ ziarno posiada ruch równomierny z prędkością, jaką otrzymało przy ślizganiu w poprzednim przeciągu czasu, oprócz tego otrzymuje i dalsze przyśpieszenie, więc $v_3 = 1{,}032$ i $\psi_3 = 22^0 18'$.

W ten sam sposób otrzymamy:

3. Przy $\psi = 24^0 35'$:

$\Delta v = 0{,}029$, $\Delta w = 0{,}00093$, $v_4 = 1{,}061$, $\psi_4 = 26^0 10'$.

4. Przy $\psi = 28^0 6'$:

$\Delta v = 0{,}036$, $\Delta w = 0{,}00158$, $v_5 = 1{,}097$, $\psi_5 = 30^0 10'$.

5. Przy $\psi = 32^0 10'$:

$\Delta v = 0{,}043$, $\Delta w = 0{,}00237$, $v_6 = 1{,}140$, $\varphi_6 = 34^0 18'$.

6. Przy $\psi = 36^0 22'$:

$\Delta v = 0{,}051$, $\Delta w = 0{,}0033$, $v_7 = 1{,}191$, $\psi_7 = 38^0 37'$.

7. Przy $\psi = 40^0 46'$:

$\Delta v = 0{,}06$, $\Delta w = 0{,}0044$, $v_8 = 1{,}251$, $\psi_8 = 43^0 8'$

8. Przy $\psi = 45^0 23'$:

$\Delta v = 0{,}068$, $\Delta w = 0{,}0057$, $v_9 = 1{,}319$, $\psi_9 = 47^0 53'$.

8. Przy $\psi = 50^0 15'$:

$\Delta v = 0{,}077$, $\Delta w = 0{,}0071$, $v_{10} = 1{,}395$, $\psi_{10} = 52^0 54'$.

Wstawiając wielkości v_{10} i φ_{10} w równ. (15) przekonamy się, że kąt ψ_e, a więc i prędkość v_e, przy których ziarno zaczyna biedz swobodnie, są już przekroczone.

Niektóre doświadczenia wykazały:

$$v_e = 1{,}38\ m; \quad \psi_e = 51^0 30'.$$

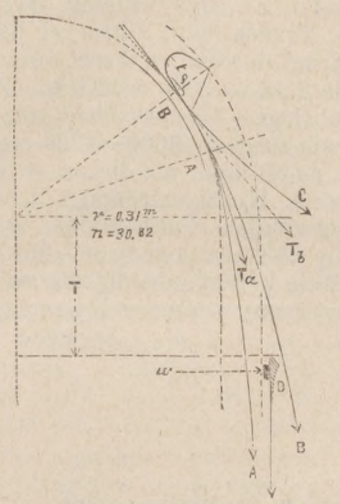
Punkt dna kubełka, w którym zaczyna się ślizganie, znajduje się w tym czasie pod 47°2'. z tego wynika, że ślizganie miało miejsce wzdłuż łuku 51°30' — 47°2' = 4°28, co odpowiada długości przebieżonej 0,024 *m*.

Jako pierwsze ważne następstwo ślizgania wynika, że początek swobodnego ruchu ziarna znajduje się pod $\psi = 51^0 30'$ z prędkością $v_e = 1{,}38\ m$, gdy tymczasem bez ślizgania nastąpiłoby to przy $\psi = 70^0 26'$ i przy $v = 1\ m$. Na fig. 12 linia *AA* przedstawia drogę rzutu dla tego ostatniego wypadku, podczas gdy *BB* jest drogą rzutu dla przytoczonego powyżej przykładu.

Dalej okazuje się, że opróżnienie kubełka następuje w dogodniejszych okolicznościach, niż to widać w przykładzie przedstawionym na fig. 9 i 10. Nietylko ziarno przebywa drogę $\rho = 0{,}024\ m$ wzdłuż dna kubełka zanim zostanie

wyrzucone, tak że punkt początku linii drogi względnej BC znacznie wysuwa się naprzód, lecz też i linia drogi względnej znacznie więcej przybliża się do stycznej T_b niż w wymienionym przykładzie. To zaś jest następstwem głównie tej okoliczności, że prędkość ziarna już od samego początku swobodnego biegu znacznie jest większa od prędkości kubełka. Z tego powodu nawet głębokie kubełki opróżniają się bez przeszkody.

Fig. 12.

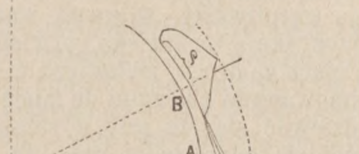


Widocznem jest, że odległości pomiędzy dwoma sąsiednimi kubełkami powinny być dość znaczne, jeżeli życzymy sobie, żeby wyrzucone ziarna nie uderzyły o kubełek poprzedzający.

Zjawiska te są jeszcze bardziej uderzające, jeżeli zmniejszyć liczbę obrotów koła.

Pozostawiając niezmienionem $r = 0{,}31\ m$, niechaj prędkość dna kubełka będzie $v_1 = 0{,}5\ m$, tak że $n = 15{,}41$; $r\omega^2 = \frac{v^2}{r} = 0{,}805$; wtenczas ślizganie zaczyna się przy $\psi = 22^\circ 6'$, swobodny bieg przy $\psi_e = 63^\circ 6'$, z prędkością $v_e = 1{,}166\ m$. Prędkość ziarna jest więc przeszło dwa razy większa niż prędkość dna kubełka. Ziarno ślizga się po łuku $13^\circ 55'$, czyli przebiega drogę $\rho = 0{,}075\ m$. Na fig. 13 tę drogę ρ wyrysowano dla bardzo głębokiego kubełka. BB oznacza drogę rzutu, T_b odpowiednią styczną i BC drogę

Fig. 13.



względną ziarna odnośnie do drogi kubełka. Odległość między dwoma sąsiednimi kubełkami powinna być bardzo znaczna i brzeg D rury, przez którą wypada ziarno powinien być nisko opuszczony, chociaż szerokość kubełka jest niewielka (zaledwie 0,065). Gdyby nie było ślizgania, to początek drogi rzutu byłby w A ($\psi = 85^\circ 18'$). Przez punkt A przeprowadzono tylko odpowiednią styczną. Droga rzutu będzie się znajdowała między styczną i linią pionową, przechodzącą przez punkt A.

Porównywając przykłady przedstawione na fig. 12 i 13 z ogólnym wypadkiem (fig. 9 i 10), wnioskujemy, że w tym ostatnim razie można nie zwracać uwagi na ślizganie: nieznaczna wielkość kąta ψ nie bardzo pobudza do ślizgania, a współcześnie wielka prędkość pozostawia mało czasu na wywołanie tego zjawiska.

W przykładach, przedstawionych na fig. 12 i 13, są wykazane tylko warunki ruchu ziarn, znajdujących się na dnie kubełka. Drogę rzutu i drogę ruchu względnego warstw, położonych płycej, możemy otrzymać na następujących zasadach. Tarcie ziarn pomiędzy sobą jest większe od tarcia ziarn o gładkie dno kubełka. Stąd możemy wywnioskować, że wszystko to, co się znajduje w kubełku, ślizga się razem dopóki oddzielne warstwy, mianowicie warstwy najbardziej wysunięte naprzód, nie wejdą na drogę swobodnego biegu.

Co się wreszcie tyczy wprowadzonych do rachunku wielkości spółczynników tarcia ($f_1 = 0{,}4$ w spokoju, $f = 0{,}25$ przy ślizganiu), to widocznem jest, z przytoczonych powyżej przykładów, że rachunek prawie nic się nie zmieni, jeżeli przyjąć dla spółczynnika tarcia tylko wartość jego przy ślizganiu. Wielkość spółczynnika tarcia zależy, jak to już przedtem zauważyliśmy, od stanu w jakim się znajduje dno kubełka i od gatunku przenoszonego ciała sypkiego; dla każdego więc pojedynczego wypadku musi być odpowiednio wybrana. Dla suchego ziarna może być przyjęta za średnią wielkość powyżej podana (0,25).

Zanim przejdziemy do określenia najodpowiedniejszych wymiarów i prędkości, zwrócimy jeszcze uwagę na jedną okoliczność, która odgrywa pewną rolę przy opróżnianiu kubełka; mianowicie, na opór powietrza, jaki napotyka wysypane ciało na drodze rzutu, w skutek czego droga tembardziej się zmienia, im drobniejsze będą ziarna ciała wysypywanego. Kubełki zachwytują z sobą okrążające powietrze, które tym sposobem stara się wyjść na zewnątrz razem z przenoszonem ciałem przez rurę odprowadzającą. Wypadku tego powinno się jednak unikać, gdyż to się przyczynia do tworzenia się pyłu, co szczególnie ma miejsce przy wysypywaniu ciała drobnoziarnistego, już z natury swojej łatwo się rozpylającego. Z tego powodu dla takich ciał zaleca się możliwie zmniejszać prędkość kubełków, a zarazem i prędkość wylatania. (*C. d. n.*)

TORF W MAJĄTKU RYTWIANY,[1]

sposoby jego wydobywania, oraz własności jako paliwa.

I. Pokłady i rodzaj torfu.

Torfowiska rytwiańskie zalegają przestrzeń przeszło 2000 morgów, porosłą lasem, należącym do dóbr Staszowskich w odległości 2—3 wiorst od cukrowni Rytwiany. Występują one tutaj w postaci zbiorników, odosobnionych groblami, o powierzchni od $1/4$ i mniej do 15 morgów, tudzież głębokich do 10 m, które są kotlinami płaskowzgórza, wzniesionego do 11 m po nad poziom rzeki Czarnej, przepływającej przez Rytwiany. Zagłębia torfowe zwane tutaj smugami torfowemi, zwykle bywają pokryte młodymi świerkami, sosnami i brzozami, które o ile rosną bujnie na groblach odosobniających, o tyle znowu karłowacieją i wysychają po latach 30 na torfowiskach, co właśnie stanowi zewnętrzną cechę wyróżniającą smugi torfowe. Sam torf, wypełniający zagłębia, przedstawia wiele rozmaitości: niekiedy tworzy masę gęstą, jednorodną i ciemną, częściej wszakże jest suchy i łatwo kruszący się dopiero wówczas, gdy zalega dokoła brzegów kotliny, w miarę zaś posuwania się ku środkowi staje się coraz świetlejszy, wyraźniej zachowujący kształty roślin składowych, a jednocześnie coraz mniej jednolity

[1]) Gub. radomska, powiat sandomierski.

i więcej przesycony wodą, tak, iż na samym środku torfowiska, zazwyczaj nieco zapadłym, zamienia się na trzęsawisko przepaściste, niezdolne już nawet utrzymać ciężaru człowieka na powierzchni swojej.

Wśród masy torfowej przybrzeżnej dają się spotykać całe pnie drzew: sosen, dębów i brzóz, które, rosnąc na skrajach torfowisk, powpadały do kotliny i tam wraz z konarami uległy bądź całkowitemu przeobrażeniu na masę torfową, jak brzoza, na której tylko kora biała pozostała, bądź zmianie częściowej, jak sosna i dąb, których resztki wydobywane noszą ślady względnie małego ztorfienia. Dna torfowisk w miejscach środkowych nie są również wolne od pni i korzeni rozmaitej wielkości drzew, które zalegają tutaj warstwami w przybliżeniu około 10% na objętość masy torfowej i zdają się pochodzić od tego zadrzewienia, jakie niegdyś porastało na cienkiej warstwie ziemi, utrzymywanej mchami i wodorostami, pokrywającymi zatrzymaną wodę w kotlinie, i jakie w miarę wzrostu zapadało pod własnym ciężarem, ustępując miejsca nowym wodorostom i mchom, na których z kolei osiadała nowa warstwa ziemi, a na niej rozwijały się znowu rośliny wyższego ustroju. Godnem jest także uwagi, że pomiędzy szczątkami drzew, ułożonymi w warstwy, daje się spotykać wiele kawałków o powierzchni zwęglonej i opalonej na podobieństwo przyziemnych części słupów naszych, zabezpieczanych od gnicia.

Uogólniając opis wyłuszczony, wypada, że torfowiska rytwiańskie należą do tak zwanych wyżynnych i że powstały głównie z mchu bagiennego (sphagnum) oraz z drzew leśnych.

Przeciętny skład pierwiastkowy z dwóch rozbiorów torfu surowego, nieprzerobionego mechanicznie, jeno wysuszonego na powietrzu, jest następujący w odsetkach:

węgla	42,16
wodoru	4,60
popiołu	4,80
wody hygrosk.	15,50
tlenu i azotu	32,94

Gdyby zatem torf ten posiadał w całej masie swojej skład jednaki, to 1 *kg* wydzielałby 3236 ciepł., co odpowiadałoby teoretycznemu odparowaniu 5,08 *kg* wody.

II. Wydobywanie torfu.

Torfowiska rytwiańskie wyzyskują się na paliwo od lat pięciu. Część, wzięta pod uprawę, wynosi razem 20 — 25 morgów i obejmuje kilka kotlin, które w celu osuszenia połączone zostały przekopami oraz rowem odwadniającym ze spadkiem ku rzece Czarnej, co z uwagi na wyniosłe położenie torfowisk nie nastręczało żadnych poważnych trudności. Za potrzebą łączenia przekopami torfowisk przemawiały nietylko względy dotyczące samej uprawy, lecz jednocześnie i cel polepszenia istoty samego torfu. Rozumiejąc bowiem, że torf przybrzeżny występuje w postaci masy jednolitej i zbitej dla tego jedynie, iż w przeobrażeniu swojem ulegał wciąż kolejnemu działaniu wody i powietrza, postanowiłem działać w tym kierunku sztucznie, t. j. osuszać i znowu zalewać kotliny torfowe; dzięki właśnie takiemu postępowaniu, otrzymałem ten skutek, iż po kilku latach torfowiska znacznie stężały, tracąc pierwotne swoje zabarwienie jasne.

Ponieważ torf, zawierający tyle pniaków i korzeni, nie nadaje się do uprawy maszynami, a próby znowu ze rznięciem w cegiełki dały przetwór bardzo powoli schnący, i—co gorsza, kruchy i mało spójny, więc wypadło tutaj wydostawać go ręcznie i następnie przewozić go bądź taczkami, bądź kolejką *Decouville'a* na odpowiednio przestronne poręby oczyszczone i wykarczowane, gdzie ulega najprzód formowaniu, a potem suszeniu wraz z wydobytemi szczątkami drzewa. Samo formowanie dokonywało się jak dotąd albo za pomocą torfiarki *Schlickeysena*, poruszanej końmi, lub ręcznie w formach o dziesięciu przedziałach dla tylużcegiełek odrazu formowanych, każda wielkości 280×150×100 *mm*. Sposobem pierwszym przerabia się torf przybrzeżny, a raczej najwięcej jednolity, gęsty i względnie najsuchszy; podczas gdy pokłady wierzchnie oraz części środkowe torfowiska, jako złożone z mocnych jeszcze włókien roślinnych, którym torfiarka nie byłaby w stanie podołać, pozostawiają się przeróbce ręcznej.

W omijaniu wielkich nakładów, jakie pociąga za sobą z jednej strony trzebienie lasu na znacznej przestrzeni przy każdem wyzyskiwaniu torfowiska, z drugiej zaś kopanie odrazu głębokich rowów odwodniających, radzimy sobie w ten sposób, iż torf, wydobywany z kilku torfowisk, wyzyskiwanych współcześnie, sprowadza się do formowania oraz suszenia na jedną polanę, wytrzebioną w pobliżu, nadto że rowy odwadniające raz wytknięte pogłębiają się rokrocznie w miarę wybierania torfu z kotlin.

Wszelkie roboty, dotyczące przeróbki, dokonywają się zawsze wydziałowo. Za 1000 cegiełek, wyrobionych ręcznie płaci się 60 kop. Trzech ludzi, z których jeden kopie i przysposobia torf, drugi dowozi, a trzeci formuje, są w stanie wyrobić dziennie 2000 — 3000 cegiełek. Przeróbka na torfiarce wymaga obsługi 4—5 dorosłych oraz 3-ch chłopaków, którzy wytwarzają dziennie 3600—4200 cegiełek i pobierają za każdy 1000 po 85 kop., nie licząc w to robocizny paru koni z poganiaczem. Koszt suszenia, t. j. odwracania cegiełek wraz z przewożeniem i układaniem w kozły i pryzmy, wynosi względnie do stanu pogody 30—35 kop. za 1000 sztuk. Zbierając wszystkie koszty, nieodłączne od wyrobu 1000 cegiełek torfu, otrzymamy poszczególny rachunek następujący:

	Cegiełki	
	ręczne	*maszynowe*
	kopiejki	
formowanie	60,0	85,0
suszenie	32,6	34,6
zarząd	11,4	12.6
naprawa przyrządów i wydatki ogólne. .	11,9	15,5
umorzenie kapitału zakładowego	5,1	5,6
wartość masy torfowej	13,7	29,0
sprzężaj z obsługą	—	59,5
razem . . .	134,7	241,8

Od końca kwietnia do 8 sierpnia r. 1891 wyrobiono cegiełek:

ręcznych	3 412 500
maszynowych . . .	2 207 500
razem . .	5 620 000,

co czyni na wagę, licząc metr sześcienny, czyli 494 cegiełki ręczne przeciętnie za 215 *kg* oraz metr sześć. czyli 447 cegiełek maszynowych za 483 *kg*. razem 3870 ton, które przedstawiają ogólną wartość bez kosztów odstawy do cukrowni 9934 rubli, co znowu w podziale na tonę ręcznego torfu wynosi koszt 3,09 rub. oraz maszynowego 2,23 rub.

Podana ilość torfu wystarczy rocznie do opalania pieców, odświeżających węgiel kostny, tudzież 3-ch kotłów z ogólnej ilości 7, czynnych w cukrowni, która przerabia w tym czasie 420 000 — 450 000 ctr. buraków i wytwarza 100 000 — 115 000 pud. cukru.

Nie ulega wątpliwości, że gwoli warunków obecnych, w jakich się wyzyskują torfowiska rytwiańskie, wyrób torfu wypada tutaj nieco za drogo, zwłaszcza w obec odstawy torfu wozami najmowanymi z kopalni do miejsca zużycia; należy wszakże spodziewać się, że gdy z rozszerzeniem uprawy torfowisk nadejdzie odpowiedni czas do sprowadzenia nowych torfowni parowych tak dla torfu ciastowatego jak i dla włóknistego, wreszcie gdy się urzeczywistni zamiar połączenia kolejką *Decouville'a* kopalni z cukrownią, to koszty wyrobu i odstawy dadzą się znacznie obniżyć.

Cegiełki torfowe, należycie wysuszone na kopalni i w takim stanie odstawione, układają się na miejscu przeznaczenia w kopce — ręczne pod osłoną dachową, maszynowe zaś na powietrzu otwartem, ile że tym ostatnim mniej szkodzą słoty aniżeli pierwszym. Dodać tu jeszcze należy, że obie odmiany cegiełek dobrze wytrzymują przewóz, a maszynowe są nawet tak odporne, iż z trudnością dają się łamać.

Przeciętny skład pierwiastkowy używanego na opał torfu wyraża się w odsetkach, podług rozbioru pracowni chemicznej Muzeum przemysłu i rolnictwa w Warszawie jak następuje:

	ręczny	*maszynowy*
węgla	46,46	46,07
wodoru	4,59	4,47
popiołu	12,26	4,89
wody hygrosk. .	11,99	17,57
tlenu i azotu . .	24,70	27,00

Z oznaczeń tejże pracowni chemicznej wypada, że ciężar właściwy torfu ręcznego wynosi 0,755, maszynowego zaś 1,361.

Skład wszakże pierwiastkowy torfu, podany przez pracownię Muzeum przem. i roln., różni się nieco pod względem ilości wody hygroskopowej oraz popiołu od tych oznaczeń, jakie wykonane zostały na miejscu współcześnie z próbami torfu jako paliwa pod kotłami, a jakie właśnie wykazały, że omawiany torf zawiera przeciętnie w odsetkach:

	ręczny	*maszynowy*
wody hygrosk. .	25,36	20,99
popiołu	10,93	11,47

Owóż, biorąc pod uwagę, że przesłany torf do rozbioru w postaci drobnych kawałków mógł uledz podczas drogi zarówno jak i w pracowni chemicznej wyschnięciu dokładniejszemu, aniżeli odpowiedni torf w cegiełkach, przechowywanych w cukrowni na otwartem powietrzu, a nadto że piaszczysty grunt, na którym dokonywa się w kopalni suszenie cegiełek, sprzyja przyleganiu piasku do powierzchni, co z istoty rzeczy wpływa na zawartość popiołu, a czego jednak mogły nie ujawniać przesłane do rozbioru próbki, dzięki niepotrzebnemu mieszaniu kawałków cegiełek kruszonych, godzi się przypuszczać, że miejscowe dane rozbiorowe są miarodajniejsze i że one to właśnie winny figurować w składzie pierwiastkowym rozważanych odmian torfu.

Po uzupełnieniu, zgodnie z powyższem, wyników rozbioru, dokonanego przez pracownię chemiczną Muzeum prz. i rol., skład pierwiastkowy obu odmian torfu przedstawi się w odsetkach, jak następuje:

	ręczny	*maszynowy*
węgla (C). . . .	39,07	40,13
wodoru (H) . . .	3,86	3,89
wody hygr. (Aq) .	25,36	20,99
popiołu	10,93	11,47
tlenu i azotu (O) .	20,78	23,52

Ciepłodajność zaś torfu o takim składzie, obliczona podług wzoru:

$$\frac{8000\,C + (H - \frac{1}{8}O)\,34500 - (Aq + 9\,H)\,537}{100}$$

równać się będzie dla torfu ręcznego 3241 ciepłostek, a dla maszynowego 3237 ciepł., co znaczy, że 1 *kg* torfu ręcznego jest zdolny odparować $\frac{3241}{637} = 5{,}16$ *kg* wody, podczas gdy teoretyczna odparowalność maszynowego wynosi $\frac{3237}{637} = 5{,}08$ *kg* wody.

III. O zastosowaniu torfu jako paliwa.

Jeżeli w ogóle ciepłodajność jakiegokolwiek paliwa jako wytworcy pracy zależną jest w znacznej mierze od rodzaju kotła parowego tudzież jego obmurowania, to zależność ta występuje daleko potężniej, a nawet niekiedy wprost złowrogo dla nadatności paliwa, gdy się ma do czynienia z paliwem gorszem, takiem np. jak lignit lub torf. Nie mniej przeto, odnośnie zastosowania torfu ważną jest rzeczą mieć na względzie nietylko jego wartość opałową, o czem w danym razie należycie poucza rozbiór chemiczny, lecz zarazem jego pochodzenie, oraz warunki przechowywania; torf bowiem rznięty lub formowany ręcznie, zabezpieczony dachem od opadów powietrznych, da lepszy skutek cieplny od pozostającego na powietrzu otwartem, ten znowu ostatni będzie ciepłodajniejszym w czasie stałej pogody, aniżeli podczas dni słotnych. Do warunków niezbędnych korzystnego wyzyskania paliwa zaliczyć również należy wysoką temperaturę w palenisku, oraz odpowiedni dopływ powietrza spalającego. Chodzi tu o to, że jeżeli w obec małego dopływu powietrza nie wszystkie wytwory palenia zamieniają się na kwas węglany i wodę, to podobnież ujemnie oddziaływać może na sprawę palenia i samo oziębianie płomienia. W palenisku pod kotłem zachodzą dwa działania, a. m. wytwarzanie ciepła przez spalanie paliwa i jednocześnie oddawanie tegoż ciepła wodzie za pośrednictwem blachy kotłowej. Są to więc działania wręcz sobie przeciwne, bo o ile zadaniu pierwszego z nich dopomagamy przez zapewnienie potrzebnego dopływu powietrzu, oraz dobre urządzenie paleniska, o tyle znowu w pogoni za celem drugiego działania, t. j. chłodząc wytwory spalenia przez zetknięcie z kotłem wypełnionym wodą, wytwarzamy warunki arcy nieprzyjazne dla sprawy spalania. Jeżeli teraz zwrócimy uwagę na to, że wszelkie paliwa, obfitujące w wodę, do jakich właśnie należy torf, wywiązują podczas palenia tyle tylko ciepła, ile pozostaje po odparowaniu wody składowej, a zatem wywiązują go stosunkowo mało, nadto że w obec niskiej względnie ciepłoty spalenia, każdy czynnik, wywołujący dalsze oziębienie, musi z istoty rzeczy działać potężniej na szkodę sprawy gorzenia, to łatwo już będzie wyrozumieć, o ile ważną jest rzeczą przy opalaniu torfem mieć stale w palenisku wysoką temperaturę.

Po licznych próbach w rozwiązaniu tego zadania, przekonałem się wreszcie, że torfem opalają się najczęściej kotły krótkie, obejmujące względnie do powierzchni ogrzewalnej mniejszą ilość wody, oraz zaopatrzone w palenisko wysunięte naprzód kotła (Vorfeuerung). Takiego właśnie rodzaju kotły i paleniska urządziłem przed 13-tu laty w cukrowni Olchowiec (gub kijowska) do opalania lignitem, zawierającym przeciętnie 40% ciał palnych obok 46% wody i 14% popiołu, jak o tem w r. 1880 zdałem sprawę w Pamiętnikach Oddziału kijowskiego Cesarsko-Rusk. Tow. Technicznego, i taki mianowicie wybór zarówno kotłów jak ich obmurowań przyniósł mi wyniki zadawalniające, z jakimi poniżej się dzielę.

Jak już wspomniałem, w cukrowni Rytwiany opalają się torfem trzy kotły parowe, a. m. jeden układu *Paukscha* o średnicy 1,88 *m*, długości 5,61 *m* i powierzchni ogrzewalnej 150 m^2, dwa zaś tak zwane kombinowane, t. j. złożone z kotła dolnego, opatrzonego dwoma rurami płomiennemi, o średnicy kotła 2,0 *m*, rur płomiennych 0,7 *m* i długości 4,65 *m*, oraz z kotła górnego rurkowego o średnicy 1,8 *m* i długości 3,8 *m*, każdy o powierzchni ogrzewalnej 130 m^2. Przy kotle *Paukscha* palenisko, wysunięte naprzód, zostało podzielone na dwie części ścianą, zaopatrzoną w otwory, a to w celu, by po załadowaniu jednej połowy paleniska, płomień z drugiej połowy przechodził i dopomagał gorzeniu wywiązujących się gazów. Ruszty płaskie, wzniesione na 500 — 700 *mm* po nad powierzchnię kraty, mają nad sobą sklepienie z załamami; spalenie zatem całkowite torfu dokonywa się pod sklepieniem, a dopiero gazy gorące idą pod kocioł, skąd wznoszą się do rurek płomiennych, następnie zaś bokami kotła uchodzą do komina. Kotły kombinowane posiadają palenisko również wysunięte naprzód kotła z rusztami płaskimi, podobnież zasklepionymi: gazy kierują się tutaj najprzód do rur płomiennych kotła dolnego, potem do takichże rurek kotła górnego, następnie bokami wracają do kotła dolnego by stąd uchodzić do komina. W ten sposób, gazy gorące robią trzy obroty około kotła *Praukscha*, pięć zaś dokoła kotła kombinowanego.

Wracając do paleniska, umieszczonego przed kotłem i opatrzonego sklepieniem, winienem jeszcze zaznaczyć, że przy posiłkowaniu się paliwem gorszem, posiada ono tę wyższość, iż w znacznej mierze dopomaga całkowitemu spaleniu; po rozpaleniu się bowiem do czerwoności podniebienia, sklepienie to służy niejako za zbiornik ciepła dla tych gazów, jakie się wywiązują po załadowaniu paleniska świeżem paliwem i jakie bez zetknięcia z ciałem mocno rozgrzanem uchodziłyby niespalonymi.

Przy opalaniu kotłów parowych torfem wypada z kolei dobrze się liczyć i z tem, że torf wydziela znaczną ilość popiołu lotnego, jaki się osadza w przewodach dymowych. Owóż, okoliczność ta zniewala nietylko do posługiwania się kotłami względnie krótkimi, lecz do urządzania tego rodzaju obmurowań, któreby zapewniały drugiemu obrotowi gazów gorących wznoszenie się do góry, a przez to samo dopomagałyby opadaniu popiołu. W praktycznem zastosowaniu tej ostatniej zasady, urządzone zostały w końcu pierwszego przewodu odpowiednie zagłębienia do zbierania opadającego popiołu, zagłębienia, zaopatrzone w zasuwę, umożliwiającą wyłączanie popielnika z przewodu, skoro zajdzie potrzeba usunięcia popiołu podczas działania kotła.

Niezależnie od trzech kotłów opisanych, probowałem także opalać torfem jeden z kotłów bateryjnych, których tutaj mamy cztery okazy, każdy z czterema podgrzewaczami i rusztami schodowymi; skutek wszakże tych prób był taki,

żem otrzymał wyniki daleko gorsze, aniżeli z kotłami poprzedzającymi, co mnie utrwaliło jeszcze bardziej w tem przekonaniu, że do opalania torfem nie nadają się zgoła ani ruszty schodowe, ani też kotły bateryjne, które z tego powodu opalają się w dalszym ciągu drzewem.

Przedstawiwszy w zarysie urządzenie palenisk wraz z rozkładem przewodów dymowych, pozostaje mi jeszcze przytoczyć niektóre wymiary kotłów, a obok nich podać wyniki dokonanych prób z torfem i węglem kamiennym, by w takiem zestawieniu wyraźniej unaocznić wpływy ustroju kotłów na ciepłodajność torfu.

Trzy typy kotłów w tutejszej cukrowni posiadają następujące wymiary:

	Paukscha	*kombinowany*	*bateryjny*
powierzchnia ogrzewalna . .	150 m^2	130 m^2	100 m^2
„ rusztów . . .	3,2 „	3,0 „	1,8 „
„ źwierciadła wody w kotle około	8,0 „	6,1 „	12,4 „
przestrzeń, obejmująca wodę .	9,0m^3	16,7m^3	24,0m^3
„ „ parę .	3,5 „	4,5 „	4,5 „
Zatem na 1 m^2 rusztów wypada:			
powierzchni ogrzewalnej . .	46,0m^2	43,0m^2	55,0m^2
„ źwierciadła wody	2,8 „	2,0 „	6,9 „
przestrzeni obejmującej wodę .	2,8m^3	5,6m^3	13,3m^3
„ „ parę .	1,1 „	1,5 „	2,5 „
na 1 m^2 źwierc. wody, powierz. ogrzewalnej.	17,0m^2	21,0m^2	8,0m^2
na 1 m^3 przestrzeni, obejm. wodę—pow. źwierc. wody . .	2,5 „	1,4 „	2,7 „
spalono przez godzinę na 1 m^2 rusztów:			
torfu ręcznego	208 *kg*	188 *kg*	—
„ maszynowego	190 „	204 „	—
węgla kamiennego	—	102 „	—
drzewa	—	—	330 *kg*
1 m^2 powierzchni ogrzewalnej odparował wody przez godzinę przy opalaniu:			
torfem ręcznym.	12,3 *kg*	12,36 *kg*	—
„ maszynowym	14,34 „	17,40 „	—
węglem kamiennym	—	17,30 „	
drzewem	—	—	20,4 „
1 m^2 źwierciadła wody dał przez godzinę pary przy opalaniu:			
torfem ręcznym.	209 *kg*	263 *kg*	—
„ maszynowym	241 „	370 „	—
węglem kamiennym	—	370 „	—
drzewem	—	—	164 *kg*
Odparowano wody przez spalenie:			
1 *kg* torfu ręcznego	2,78-3 *kg*	2,85-3,3 *kg*	—
1 „ „ maszynowego. . .	3,55-4 „	3,70-4,3 „	—
1 „ węgla kamiennego . . .	—	7,39 „	—
1 „ drzewa	—	—	3,4-3,8 *kg*
Wytworzenie 100 *kg* pary kosztowało:			
torfem ręcznym.	10-13,9 kop.	10-13,6 kop.	—
„ maszynowym	6-7,6 „	6-7,1 „	—
węglem kamiennym	—	17 „	—
drzewem	—	—	9-10 kop.

Ciepłota gazów kominowych wynosiła 245—260°, przeciętnie zaś gazy te zawierały kwasu węglanego 9%, tlenu 6,3% oraz tlenku węgla 0,1%.

Węglem kamiennym opalano do r. 1886 przeważnie kotły kombinowane, mające podówczas ruszty we wnętrzu rur płomiennych kotła dolnego, i zużywano węgla rocznie 60 000 do 80 000 ctr.; ponieważ jednak dzięki kosztom przewozu węgiel kam. wypadał za drogo, więc ze względów oszczędnościowych potrzeba było przejść do torfu i całkiem zaniechać opalania kotłów węglem kamiennym.

W roku zeszłym ponawialiśmy próby z torfem miejscowym odnośnie jego odparowalności i te wypadły dość pomyślnie, albowiem 1 *kg* torfu maszynowego odparowywał przeszło 4 *kg* wody; w roku zaś bieżącym otrzymaliśmy wyniki gorsze, a. m odparowalność torfu maszynowego wynosiła tylko 3,7 *kg* wody i ręcznego odpowiednio mniej aniżeli w roku zeszłym, co łatwo da się objaśnić różnicą w opadach powietrznych obu lat porównawczych.

Uogólniając przytoczone wyniki prób w zestawieniu z wymiarami kotłów, trudno nie przyjść do wniosku, że kocioł kombinowany, opalany torfem maszynowym, zużywa tego paliwa najmniej i wytwarza pary najwięcej, a co za tem idzie—najtaniej i że z tego powodu kocioł podobnego układu, a raczej pozostający w zgodzie z głównymi wymiarami kotła kombinowanego, najbardziej się nadaje do opalania torfem. Wprawdzie kocioł taki nie jest wolny od zarzutu, że zawdzięczając małej różnicy pomiędzy powierzchniami z jednej strony rusztów, a z drugiej—zwierciadła wody w kotle, jest zdolny powodować silne burzenie się wody w kotle, a stąd unoszenie jej parą; atoli zarzut ten traci nieco ze swej doniosłości, gdy się weźmie pod uwagę stosunek powierzchni źwierciadła wody do przestrzeni, przeznaczonej dla pary. W kotle *Paukscha* 1 m^3 starczyć winien dla pary, wywiązującej się z 2,5 m^2 źwierciadła wody, w kotle bateryjnym—dla pary z 2,7 m^2 źwierciadła, podczas gdy w kotle kombinowanym 1 m^3 przestrzeni parowej został przeznaczony do obsługi 1,4 m^2 źwierciadła wody w kotle, a więc w tym ostatnim wypadku istnieje względnie najwięcej przestrzeni dla pary wytwarzanej. Z tem wszystkiem, w celu uwolnienia pary od wody, którą bądź co bądź unosić może, kotły kombinowane otrzymały tuż po za parowymi zaporami zbiornik podłużny, stanowiący przedłużenie głównej rury parowej i mający za zadanie wstrzymywać wodę, gdyby ta w nadmiarze znalazła się w parze. U spodu zbiornika istnieje znowu cienkie odgałęzienie rurowe, które pozwala odprowadzać wodę zebraną, a jednocześnie śledzić, o ile jej tam przybywa; liczne wszakże spostrzeżenia pouczają, że woda w zbiorniku nigdy się nie zbiera w ilościach nadmiernych.

Wiedząc ze sprawozdań, podawanych w Dodatku Cukrowniczym, że kilka cukrowni krajowych posługuje się torfem, dość często i obficie występującym u nas, zebrałem powyższe dane, dotyczące wyrobu i zastosowania torfu w cukrowni Rytwiany, z tem, ażeby niemi podzielić się z ogółem techników, ufny, że inne zakłady przemysłowe nie odmówią również w tym kierunku swoich wyjaśnień i spostrzeżeń, tak usilnie pożądanych dla rozwoju naszego przemysłu torfowego.

K. Z.

O PODSTAWACH
KLASYFIKACYI WĘGLA KAMIENNEGO.

Rzecz wypowiedziana 2 kwietnia r. b. na posiedzeniu Sekcyi chemicznej Tow. pop. prz. i h. w Warszawie

PRZEZ

Wł. Kolendo.

Węgiel kamienny, acz znany już od dawna w przemyśle i nauce, nie jest wszakże ze wszech stron jednakowo oświetlony światłem naukowem. Wiemy o nim napewno, że zawdzięcza swe pochodzenie światu roślinnemu, że powstał drogą powolnego rozkładu pod wodą paproci, widłaków, skrzypów, morzorostów, a może nawet i mchów, że zalega utwory (formacye) geologiczne z okresów przechodowego i drugorzędnego oraz że w miarę zalegania utworów dawniejszych bywa więcej zasobny w węgiel, a mniej w tlen. Jak dalece ta zasobność w węgiel, a upośledzenie w tlen postępuje z wiekiem, może nam uwidocznić następujące zestawienie składu przeciętnego wszystkich rodzajów paliwa kopalnianego. Mech bagienny (sphagnum), z którego głównie powstaje torf, zawiera w stanie suchym:

węgla 49,8% tlenu 42,4%

torf z powierzchni:

węgla 57,7% tlenu 36,0%

torf z głębokości 2,5 *m*:

węgla 62,0% tlenu 30,7%

torf z głębokości 4,5 *m*:

węgla 64,0% tlenu 26,9%

Torf, jak wiadomo, zalega w obu utworach napływowych okresu czwartorzędnego. Lignit, spotykany w utworze mioceńskim okresu trzeciorzędnego, zawiera:

węgla 55—70% tlenu 28—30%.

Węgiel znowu kamienny, zalegający utwór węglowy z okresu przechodowego, zawiera:

węgla 70—88% tlenu 19—5%,

zalegający zaś niższe utwory, a. m. dewoński i sylurski i noszący nazwę antracytu, zawiera:

węgla 90 - 93% tlenu 5—3%.

Z tem wszystkiem, o składnikach węgla kamiennego, t. j. o tych ciałach, jakie bezpośrednio wchodzą w skład węgla, tworzą jego istotę, tudzież wpływają na różnorodność jego własności, wiemy bardzo niewiele.

Schutzenberg waha się z orzeczeniem, czy węgiel kam. jest mieszaniną pewnego rodzaju antracytu z ciałem smołowem, czy też jest związkiem stałym; zdaje mu się wszakże, że to ostatnie przypuszczenie jest prawdopodobniejsze i że węgiel kam. jest związkiem mniej lub więcej płynnym, zależnie od stosunku wodoru.

Cagnard La-Tour w swoich doświadczeniach nad zwęglaniem drzewa suchego w zatopionych rurkach szklannych, wystawianych na ciepłotę rtęci wrzącej, wykazał, że drzewo w takich warunkach przeobraża się w masę czarną, nawpół płynną, bardzo podobną do węgla kam., która w dalszym ciągu pod działaniem ognia na otwartem powietrzu pozostawiała koks bądź spiekający się, bądź proszkowaty, stosownie do rodzaju drzewa użytego, zupełnie tak samo, jak to się zdarza z rozmaitymi rodzajami węgla kam.

Violette, który powtórzył doświadczenia *Cagnard La-Tour'a* z drzewem wysuszonem przy 150°, dowiódł również, że przy podobnem ogrzewaniu drzewa powstaje gaz, płyn wodnisty, tudzież osad, który przy 200° posiada własności węgla niedopalonego, przy 280° otrzymuje postać i budowę węgla drzewnego, a przy 340° przedstawia masę jednorodną, ściśliwą i niedziurkowatą, udarzającą przypominającą węgiel kam. Wreszcie, przy 400° osad ten nabierał własności antracytu, gdyż pod działaniem następnem ognia na otwartem powietrzu nie wydzielał wcale ciał lotnych.

Berthelot znowu w doświadczeniach swoich nad uwodorodnieniem węgli kam. za pomocą wystawiania na ciepłotę 275° przez 10 do 20 godzin w szklannej rurce zatopionej kwasu jodowodorodnego stężonego z węglem kam. o znanej zawartości smoły, dowiódł, że w takich warunkach z użytego węgla otrzymują się gazy, płyn oleisty oraz ciało stałe podobne do smoły; waga ciała stałego wynosiła $^1/_3$ część użytego węgla, płyn zaś oleisty przewyższał 12 — 14 razy zawartość smoły danego węgla, co świadczyło, iż nie mógł powstać bezpośrednio z węgla użytego. Płyn ten w cząstkowem przekropleniu dał nieco hexanu C_6H_{14}, który, jak wiadomo, wchodzi stale w skład oleju skalnego, wreszcie trochę benzolu C_6H_6 obok ciał mniej więcej lotnych, należących do szeregu węglowodorów zasyconych. W dalszym ciągu przekroplania, prowadzonego przy ciemnej czerwoności, *Berthelot* otrzymał takie same wytwory, jakie otrzymywał przy uwodorodnianiu drzewa, a. m. hexan, dodekan $C_{12}H_{26}$ oraz węglowodor oleisty prawdopodobnego składu $C_{24}H_{50}$. Opierając się na tych wynikach, *Berthelot* wyprowadza wniosek, że węgiel kam. pomimo postaci swojej jest ciałem powstałem ze związków stałych, polimerycznych, takich właśnie, jakie wchodzą w skład tkanek roślinnych, celulozy, glukozy i jakie mogą pochłaniać wodór i ponownie stawać się węglowodorami szeregu zasyconego.

Oto jest mniej więcej cały zasób naszych wiadomości naukowych o składnikach węgla kam. Nie są one, co prawda, wielostronne i wyczerpujące, to jednakże wespół z wynikami badań drobnowidzowych nad budową ustrojową węgla kam. pozwalają wnosić z pewnem prawdopodobieństwem, że węgiel kam. jest skupionym błonnikiem (celulozą) po usunięciu z niego tlenu i wodoru, czyli że jest to ciało błonnikowe, zawierające grupę węglową C_6, zagęszczoną w C_{12}, C_{24}, oraz związaną z pozostałym tlenem i wodorem.— W rozwinięciu wszakże takiego poglądu na istotę składników węgla kam. wypada z kolei rzeczy przyjrzeć się bliżej i temu, co wiemy o samej sprawie zagęszczania się grupy węglowej C_6.

Nie mam zamiaru wchodzić w szczegóły, jakiemi drogami gromadziły się rośliny zamierzchłej przeszłości w tych zagłębiach, gdzie obecnie zalegają w postaci paliwa kopalnianego, bo to nie należy do treści rozbieranego przedmiotu, nie mniej przeto pozwolę sobie zaznaczyć, że bez względu na przyczyny, jakie spowodowały te olbrzymie złoża resztek świata roślinnego, pierwotnem środowiskiem dla nich nie mogło być powietrze z tego mianowicie powodu, iż w obecności tlenu powietrza tkanki roślinne musiałyby uledz całkowitemu rozkładowi bez pozostawienia reszty węglowej, nadto że wymijając poważne wątpliwości naukowe odnośnie przypuszczenia, iż gromadzeniu się resztek roślinnych towarzyszyły ryczałtowe zasklepienia ich bądź wyniosłościami powierzchni ziemi, bądź zapadaniem się gruntu pod złożami, mamy daleko większe prawo przypuszczać, że grobem dla roślinności, zmienionej w węgiel kam., była woda i że właśnie pod osłoną wody rozpoczęła się sprawa przeobrażenia się roślin w paliwo kopalniane.

Wiadomo, że pod wodą, która zawiera około 2% na objętość powietrza, wytworami rozkładu roślin są nietylko związki tlenowe, lecz zarazem i wodorne. Z jednej strony węgiel w połączeniu z tlenem bądź powietrza, bądź samej rośliny tworzy kwas węglany, z drugiej zaś tenże węgiel obok wodoru rośliny wydziela się w postaci gazu błotnego (metanu) CH_4. Że w tym mianowicie kierunku postępuje rozkład tkanek roślinnych pod wodą, wiemy to nietylko z rozbiorów gazów bagiennych, lecz jednocześnie i stąd, że każdemu w ogóle rozkładowi ciał ustrojowych, zachodzącemu w obec braku lub utrudnionego dostępu powietrza, towarzyszy zawsze gaz błotny (metan) społem z kwasem węglanym bez względu na to, czy rozkład ten występuje przy ciepłocie zwyczajnej, czy też bardzo wysokiej. Zresztą, oba te związki gazowe są wytworami energii przysposobionej, gdyż zarówno oba powstają przy wydzieleniu się ciepła; cała zaś różnica polega na tem, że ciepło połączeniowe kwasu węglanego jest względnie większe od ciepła połączeniowego gazu błotnego. Nie wychodząc tedy po za granice dowodów ściśle naukowych, jesteśmy w stanie uważać sprawę przeobrażania się zwałów dawniejszego świata roślinnego za objaw pokrewny zwyczajnej destylacyi suchej, dokonywanej na wielką skalę przy bardzo małym udziale ciepła, lecz za to w ciągu niewymiernej ilości czasu.

Jeżeli teraz zwrócimy uwagę, że w miarę postępu rozkładu roślin, t. j. wydzielania się z błonnika związków węgla tlenowych oraz wodornych, pozostająca reszta błonnikowa musi z istoty rzeczy zmieniać się stopniowo na węglowodory coraz obfitsze w węgiel, coraz cięższe, a nawet i ciepłodajniejsze, jak to zobaczymy niebawem, to sądzę, iż nie trudno już będzie wystawić sobie te wszystkie kolejne stopniowania nieustającego rozkładu, ten cały szereg przejściowych postaci zagęszczania się grupy węglowej C_6, jakim ulegał węgiel kam. w dziejach swego powstawania i jakim nie przestał ulegać jeszcze. bacząc na obecność gazu błotnego w wielu kopalniach wyzyskiwanych, by w świetle tak pojmowanej sprawy rozkładu dojrzeć istotną przyczynę tych różnic w ciepłodajności, jakiemi się odznaczają węgle kam. Że wydzielanie się związków tlenowęglowych tudzież tlenowodornych z połączeń tlenowęglowowodornych podnosi względną ciepłodajność reszty pozostającej, to dowodzi nam cały szereg danych termochemicznych. Spalając np. etylen C_2H_4, propylen C_3H_6 w ilościach, odpowiadających ich wadze cząsteczkowej, otrzymujemy tyleż ciepła, co przy spaleniu w wadze cząsteczkowej im odpowiadających alkoholi: etylowego $C_2H_4+H_2O$, propylowego $C_3H_6+H_2O$, — spalając znowu ilości metanu CH_4, etanu C_2H_6, propanu C_3H_8, odpowiadające ich wadze cząsteczkowej, otrzymujemy również tyle ciepła, co przy spaleniu w wadze cząsteczkowej pochodnych od nich kwasów octowego CH_4+CO_2, propijonowego $C_2H_6+CO_2$, bursztynowego $C_2H_6+2CO_2$, masłowego $C_3H_8+CO_2$, czyli że w pierwszym razie woda, a w drugim kwas węglany nie przyczyniły się zgoła do wytwarzania ciepła, lubo znacznie zwiększały wagę paliwa. O ile znowu węglowodory obfitsze w węgiel są zarazem ciepłodajniejszymi, służyć nam może następujące zestawienie ciepłostek, otrzymanych drogą oznaczeń kalorymetrycznych

tudzież obliczonych teoretycznie ze składu pierwiastkowego. 1 *kg* metanu CH_4 z uwagi na skład wytwarzać powinien 14680 ciepłostek, gdy tymczasem wytwarza 13069 ciepł., t. j. mniej o 1617 ciepł.; 1 *kg* etylenu C_2H_4 odpowiednio do składu wytwarzać winien 11380 ciepł., wytwarza jednak 11943, t. j. więcej o 463 ciepł.; wreszcie 1 *kg* acetylenu C_2H_2, który zawiera stosunkowo dwa razy więcej tlenu od etylenu, wydziela 11945 ciepł. zamiast 10110, t. j. więcej o 1835 ciepł. Okazuje się zatem, że metan przedstawia sobą taki związek węgla i wodoru, gdzie energia przysposobiona obu pierwiastków zużytą już została częściowo na sprawę wytworzenia związku, gdy tymczasem w etylenie i acetylenie mamy do czynienia z energią pierwiastków nie przekształconą w tym kierunku, lecz przeciwnie zwiększoną ciepłem pochłoniętem z zewnątrz przy powstawaniu związków. Ażeby zdać sobie sprawę z tego ciepła utajonego, ujawniającego się tak widocznie w ciepłodajności węglowodorów zasyconych węglem, wypada mi zatrzymać się nieco nad zjawiskami, towarzyszącemi powstawaniu kwasu węglanego oraz tlenku węgla.

Jak wiadomo, 1 *kg* węgla drzewnego, spalając się na kwas węglany, t. j. przechodząc oba stopnie swego utlenienia, wywiązuje 8080 ciepł., podczas gdy 1 *kg* tlenku węgla, gdzie węgiel pozostaje w pierwszym stopniu utlenienia i gdzie go jest, odpowiednio do wagi cząsteczkowej, tylko $^3/_7$ *kg*, wydziela przy dalszem utlenianiu się na kwas węglany 2402 ciepł., co w obliczeniu na 1 *kg* węgla spalonego wynosi $\frac{2402 \times 7}{3} = 5605$ ciepł. Jasnem jest tedy, że całkowite ciepło spalenia 1 *kg* węgla w stanie stałym składa się z dwóch ilości, odpowiadających dwom stopniom kolejnym utlenienia, a. m. z 2475 ciepł., które towarzyszą utlenianiu się węgla stałego na tlenek węgla, oraz z 5605 ciepł., należących do dalszego okresu utlenienia tlenku węgla na kwas węglany, czyli innemi słowy, że węgiel w pierwszym stopniu swego utlenienia wydziela ciepła mniej o 3130 ciepł., aniżeli w drugim. Jest to więc różnica tem więcej uderzająca, iż podług uogólnień *Berthelota* dwa kolejne stopnie utleniania się jednego i tego samego ciała czy to mineralnego, czy organicznego, zgadzają się zwykle ze sobą odnośnie ilości ciepła wywiązywanego. Jeżeli wszakże zwrócimy uwagę, że węgiel, przechodząc na tlenek węgla, zmienia swój stan skupienia i przeobraża się ze stanu stałego w stan lotny i że każdej w ogóle zmianie w tym kierunku towarzyszy zawsze znaczne pochłanianie ciepła, jak to nam dosadnie unaocznia powszechnie znany przykład trzech stanów skupienia wody, to bodaj łatwo już będzie wyrozumieć, że jedyną przyczyną różnicy w ciepłodajności dwóch kolejnych stopni utlenienia węgla jest ta okoliczność, że węgiel podczas utleniania się swego na tlenek węgla zmienia stan stały na gazowy, co właśnie dokonywa się kosztem pochłonienia 3130 ciepł. i czego oczywiście nie wymaga już wcale, będąc w stanie lotnego tlenku węgla i przechodząc na kwas węglany, a zatem że węgiel przysposobiony w związku do utlenienia jest ciepłodajniejszy o 3130 ciepł. od węgla pozostającego w stanie stałym i zupełnie wydzielonego ze związku. Jako dowód zresztą, że różnorodne skupienie węgla nawet wolnego nie pozostaje bez wpływu na jego ciepłodajność, służyć nam jeszcze mogą następujące oznaczenia kalorymetryczne:

1 *kg* węgla drzewnego wydziela	8080	ciepł.
„ „ retortowego	8047	„
„ grafitu	7797	„
„ dyamentu	7770	„

Wyłuszczając może nawet za zbyt rozwlekle przedstawione wyniki badań naukowych, miałem wyłącznie na celu ustawić nasze wyobrażenia o węglu kam. w tem oświetleniu, skąd widnieją już wyraźnie trzy następujące uogólnienia wytyczne, po pierwsze, że węgiel kam. nie jest ciałem jednorodnem, lecz złożonem z węgla stałego tudzież węgla związanego bądź z wodorem w postaci węglowodorów mniej lub więcej złożonych, mniej lub więcej ciężkich i nawęglonych, bądź wreszcie z tlenem jako tlenek węgla lub kwas węglany,—po drugie, że jeżeli ciepło spalenia węgla w stanie stałym bezkształtnym wynosi 8080 ciepł., to takież ciepło węgla lotnego, a raczej przysposobionego do utlenienia wyrównywać będzie 8080+3130=11210 ciepł.,—i po trzecie, jako następstwo dwóch poprzednich uogólnień, że ciepłodajność węgli kam. jest wielkością bezpośrednio zależną z jednej strony od stosunku, w jakim węglowodory oraz związki tlenowe wchodzą w skład rozważanej odmiany węgla kam., z drugiej zaś od istoty samych węglowodorów tudzież związków tlenowych, będących składnikami węgla kam. Oświetlenie bowiem istoty węgla kam. z tego mianowicie punktu widzenia zdawało mi się, że będzie o tyle stosowniejsze do wyrozumienia podstaw rodzajowania węgla kam., iż w charakterystyce węgli kam. skład ich pierwiastkowy posiada znaczenie dość podrzędne, a o innych znowu cechach stałych, któreby służyć mogły za punkt wyjścia dla klasyfikacyi, nie wiemy nic zgoła.

Biorąc tedy za przewodnią nić w rodzajowaniu węgla kam. związki tlenowe i wodorne, wchodzące w skład tego paliwa, zmuszeni poniekąd jesteśmy zatrzymać się z kolei nad ich odmianami tudzież nad określeniem tego udziału, jaki przyjmują w sprawie palenia się, t. j. wytwarzania ciepła.

Po za takimi składnikami węgla kam., jak kwas węglany i tlenek węgla, spotykamy w jego składzie węglowodory lotne: metan CH_4, etylen C_2H_4, propylen C_3H_6, acetylen C_2H_2; ciekłe: hexan C_6H_{14}, hexylen C_6H_{12}, benzol C_6H_6, toluol C_7H_8, styrol C_8H_8, oraz stałe: reten $C_{18}H_{18}$, naftalin $C_{10}H_8$, antracen $C_{14}H_{10}$, pyren $C_{16}H_{10}$, chryzen $C_{18}H_{12}$.

Jak wiadomo, stan skupienia węglowodorów pozostaje w pewnej zależności od ich wagi cząsteczkowej, a ta znowu od ilości węgla; treścią zaś omawianej zależności jest ta okoliczność, iż w miarę jak cząstka ciała węglowodornego zawiera mniej węgla, samo ciało jest lżejsze i lotniejsze, podczas gdy z przyrostem węgla węglowodory stają się cięższymi i zarazem przybierają stan ciekły lub stały. Owóż, biorąc pod uwagę z jednej strony rozmaity stopień nawęglenia składników węgla kam., a z drugiej ten pewnik, udowodniony przez *Thomsena*, że węglowodory słabo nawęglone wywiązują mniej ciepła, aniżeli to wypada z obliczeń na podstawie ich składu pierwiastkowego, jesteśmy już dostatecznie upoważnieni do zawnioskowania, że takie odmiany węgla kam., które zawierają węglowodory lekkie w ilościach przeważających nad ciężkimi, posiadają z tego właśnie powodu ciepłodajność mniejszą od węgli kam., obfitujących w węglowodory ciężkie, a dalej, że z dwóch odmian węgla kam. o jednakiej zawartości węglowodorów lekkich ta odmiana wydziela ciepła więcej, która mniej obfituje w tlenek węgla lub kwas węglany.

Tego rodzaju pogląd na ciepłodajną wartość węgla kam. wypływa nietylko z oznaczeń kalorymetrycznych, gdzie chodzi o całkowitą ilość ciepła spalenia bez względu na jego natężenie (temperaturę), lecz wspiera się zarazem na przejawach sprawy samego gorzenia, a raczej wytwarzania ciepła takiego lub innego natężenia. Sprawa gorzenia jako utlenienia spotęgowanego polega na tem, że pierwiastki ciała spalanego, doprowadzone przez poprzednie rozgrzanie wespół z tlenem powietrza do możności łączenia się wzajemnego, wchodzą w związki tlenowe, skutkiem czego cała ich energia połączeniowa występuje tutaj w postaci ciepła, którego pewna część zużywa się na dalsze przysposobienie pozostałych pierwiastków do następnego połączenia, a inna znowu część ujawnia się jako czynnik, gotowy do usług naszych. Gdyby jednak każde gorzenie szło w kierunku wskazanym, to mielibyśmy wszystkie ciepło spalenia skupione w tem miejscu, gdzie zachodzi sprawa powstawania związków tlenowych, t. j. na powierzchni ciała płonącego, dalej ciepło w ten sposóbześrodkowane dochodziłoby największego natężenia swego, i — co za tem idzie, posiadałoby stałą temperaturę, w końcu podobnemu gorzeniu nie towarzyszyłby wcale płomień. Wzorem na taką modłę gorzenia służyć nam może węgiel, żelazo, czyli tego rodzaju ciała, które paląc się nie ulegają przemianie na parę; lecz takich ciał jest stosunkowo niewiele. Zwykle stałe ciało spalone, zanim doszczętnie się utleni, przechodzi uprzednio bądź częściowo, bądź całkowicie przez stan lotny i to właśnie powoduje, że samo gorzenie dokonywa się już nie na powierzchni ciała płonącego, lecz na powierzchni płomienia, a raczej rozżarzonych par i gazów wydzielonych, które, zajmując w przestrzeni więcej miejsca, przedstawiają też większą powierzchnię dla swego gorzenia, i—co za tem idzie, dla promieniowania

tudzież oziębiania, a co w kolei następstw sprawia, że otrzymujemy również i ciepło spalenia rozmaitego natężenia, niższego, gdy płomień jest dłuższy, wyższego zaś w obec płomienia krótszego. Jasnem jest tedy, że skoro idzie o ciepło spalenia większego natężenia, wyższej temperatury, to węgiel kam., wydzielający wiele gazów i par, a stąd płonący płomieniem długim, jaki z istoty swojej rozwija niższą temperaturę, posiada mniejszą wartość opałową od takiego znowu węgla kam., który, zawdzięczając obecności w swym składzie węglowodorów trudniej lotnych, pali się płomieniem krótkim, wywiązując ciepło o natężeniu większem. Jeżeli teraz zwrócimy jeszcze uwagę na to, że pod działaniem wysokiej temperatury węglowodory ciężkie wydzielają węgla więcej, aniżeli węglowodory lekkie i że z tego mianowicie powodu ilość koksu w rozważanym węglu kam. pozostaje zawsze w pewnym stałym stosunku do jego wartości opałowej, to będziemy już mieli jasno zarysowane wszystkie te cechy właściwe, na jakich się wspiera klasyfikacya węgli kam. jako paliwa użytku technicznego.

Biorąc za podstawę z jednej strony ilość koksu wydzielanego, a z drugiej istotę płomienia, pierwszy *Regnault* podzielił węgle kam. na pięć klas, zaliczając do klasy

I-ej węgle chude czyli antracytowe o płomieniu krótkim z 90% koksu proszkowatego,

II-ej węgle nawpół tłuste czyli koksowe o płomieniu krótkim z 76% koksu stopionego jednolitego,

III-ej węgle tłuste kowalskie o płomieniu długim z 69% koksu stopionego gąbczastego,

IV-ej węgle tłuste gazowe o płomieniu długim z 65—57% koksu stopionego dziurkowatego,

V-ej węgle suche o płomieniu długim z 57% koksu proszkowatego.

Za *Regnaultem* poszedł *Hilt* i w klasyfikacyi swojej powtórzył prawie dokładnie to samo, co już podał *Regnault* w dziele „Cours elementaire de Chimie“. Nie wiele więcej dla klasyfikacyi węgli kam. zrobił *Gruner*, lubo ten rozszerzył nieco granice dla koksu w klasach poszczególnych i korzystał już po części z prac bardzo poważnych nad węglami kam. *Scheurer-Kestnera* i *Meuniera*. Najwięcej wszakże przyczynili się do poznania ciepłodajności węgli kam. oraz ich składu pierwiastkowego wymienieni *Scheurer-Kestner* i *Meunier*, w świetle zaś wyników ich badań klasyfikacya węgli kam. przedstawia się w postaci następującej:

Węgle kamienne	100 części węgla czystego zawiera			100 cz. węgla czystego wydziela		1 *kg* węgla	
	węgla	wodoru	tlenu i azotu	koksu	ciał lotnych	czystego wydziela ciepłostek	handlowego odparowywa wody zagrzanej na 0° przy 112°, *kg*
I. Suche o płomieniu długim, koks proszkowaty	75—80	4,5—5,5	15,5—19,5	50—60	40—50	8200—8300	6,7—7,5
II. Tłuste gazowe o płomieniu długim, koks stopiony dziurkowaty . . .	80—85	5,0—5,8	10,0—14,5	60—68	32—40	8400—8700	7,6—8,3
III. Tłuste kowalskie o płomieniu długim, koks stopiony gąbczasty . .	84—89	5,0—5,5	5,5—11,0	68—74	26—32	9000—9100	8,4—9,2
IV. Półtłuste koksowe o płomieniu krótkim, koks stopiony jednolity. . .	88—91	4,5—5,5	4,5— 6,5	74—82	18—26	9400—9600	9,2—10,0
V. Chude antracytowe o płomieniu krótkim, koks proszkowaty	90—93	4,0—4,5	3,0— 5,5	82—90	10—18	9200—9400	9,0--9,5

Regulatory „sprawności“.

Regulatory używane zazwyczaj przy silnicach parowych poruszających fabryki, mają za zadanie utrzymywać stałą ilość obrotów silnicy, niezależnie od jej sprawności, t. j. bez względu na to ile maszyn roboczych pracuje w danej chwili. Działanie regulatora może polegać, albo na zmniejszeniu, za pomocą przepustnicy, prężności pary wchodzącej do cylindra (co jak wiadomo jest bardzo nieekonomicznem), lub też na zmniejszaniu napełnienia cylindra przez bezpośrednie lub pośrednie przestawianie rozsyłacza silnicy. Teoretycznie rzecz biorąc, regulatory tego rodzaju powinnyby być *astatyczne* t. j. takie, które w każdem swojem położeniu zachowują jedną i tą samą niezmienną ilość obrotów; z powodu wszakże zbytniej czułości regulatorów takich, używane bywają w praktyce regulatory *niemalastatyczne*, lub nawet w fabrykach, gdzie o bezwzględnie stałą ilość obrotów nie chodzi (np. tartakach, warsztatach mechanicznych), stosowane są regulatory *statyczne*, które w każdem swojem położeniu mają inną ilość obrotów,—z warunkiem wszakże aby stosunkowa zmiana tej ilości obrotów, czyli tak zwana *„niejednostajność“* biegu regulatora, wynosiła zaledwie kilka procent.

Oprócz jednak silnic fabrycznych, istnieje jeszcze inna poważna grupa silnic, do których regulatory oparte na powyższych zasadach się nie nadają. Są to silnice działające bezpośrednio na pompy różnego rodzaju, jak np. wodne, powietrzne, kompresory, wentylatory, dmuchawki i t. p. Pracują one w warunkach zupełnie odmiennych niż silnice fabryczne, transmisyjne. W tych ostatnich bowiem zmiany całkowitej sprawności silnicy, powstają w skutek zmian sprawności na jeden skok, zaś liczba skoków pozostaje niezmienną; w silnicach zaś złączonych wprost z pompami powinno zachodzić działanie wręcz odwrotne. Wydajność pomp na jeden skok jest niezmienną, zmiany zatem wydajności w ciągu dłuższego czasu mogą być osiągnięte jedynie przez szybszy lub wolniejszy bieg pompy. Jeżeli przypuścimy w dodatku, że pompa pracuje pod *stałem* ciśnieniem, to praca zużywana przez nią w ciągu jednego skoku, a więc i wytworzona przez parę w cylindrze parowym, będzie na każdy skok *stałą*. Wynika stąd, że przy *stałem* ciśnieniu w kotle, cylinder parowy powinien mieć *stałe* napełnienie; że zatem zastosowanie rozsyłaczy o zmiennym rozdziale pary do silnic, pędzących pompy pracujące, pod stałe ciśnienie jest nieodpowiedniem.

W rzeczywistości jednak urządzenia tego rodzaju spotkać można bardzo często, a działanie ich można sobie objaśnić w następujący sposób. Przypuśćmy, że mamy silnicę parową pędzącą pompy wodociągowe, i że woda podnoszoną jest na niezmienną wysokość, a więc np. do wieży ciśnień z syfonowato zagiętą rurą magistralną. Jeżeli pompy są dobrze zbudowane, t. j. jeżeli wszystkie przekroje kanałów, wentyli, rur i t. p. są obliczane na największą ilość przepływającej wody, to praca niezbędna do przezwyciężenia tarcia wody pozostanie niemal tą samą bez względu na ilość obrotów pompy. Praca zużywana na poruszanie nieczynnie idącej silnicy i pompy jest również (jak to wykazały badania) stałą i nie zależy od szybkości. Ponieważ zaś zawsze podnosimy wodę na stałą wysokość, więc i skuteczna praca silnicy na jeden skok, musi pozostać zawsze niezmienną. Jeżeli więc i silnica jest również dobrze zbudowaną, t. j. jeżeli ciśnienie pary nawet przy największej dopuszczalnej ilości obrotów

nie spada ani w przewodach rur, ani w kanałach cylindra, to i napełnienie cylindra, odpowiadające danej sprawności na jeden skok, musi pozostać niezmiennem przy każdej szybkości cylindra. Gdybyśmy w silnicy takiej zmniejszyli napełnienie, to musiałaby ona stanąć.

Inaczej zupełnie się rzecz przedstawia, jeżeli para traci na ciśnieniu wchodząc do cylindra silnicy, bądź to w skutek zamałych przekrojów rur, bądź też w skutek zbyt wolnego odcięcia pary przez suwak lub wentyl. Zmniejszając napełnienie takiej silnicy, zmniejszamy na razie pracę wytwarzaną przez parę; maszyna ma dążność stanąć i biegnie jeszcze przez chwilę coraz wolniej, tylko w skutek pracy nagromadzonej w kole rozpędowem. Ten bieg zwolniony powoduje wówczas, że ciśnienie pary mniej spada niż poprzednio. W ten sposób silnica pracuje z mniejszem napełnieniem, lecz za to z większem ciśnieniem, i nie stanie bynajmniej, skoro tylko praca wytwarzana w tych warunkach, będzie równą pracy wytwarzanej dawniej, przy większem napełnieniu cylindra i słabszej parze. Rzecz prosta, że im bardziej para jest tłumioną (niem. *gedrosselt*), w tem większych granicach można zmieniać napełnienie i szybkość takiej silnicy. Działanie powyższe pary w silnicy, może być spotęgowane jeszcze przez zmiany oporu w pompie o zamałych przekrojach rur lub kanałów wewnętrznych; lub też, same te tylko zmiany oporu w pompie mogą wystarczyć aby dobra silnica, w której para nie jest *tłumnicą* (gedrosselt), była w stanie pracować ze zmiennem napełnieniem.

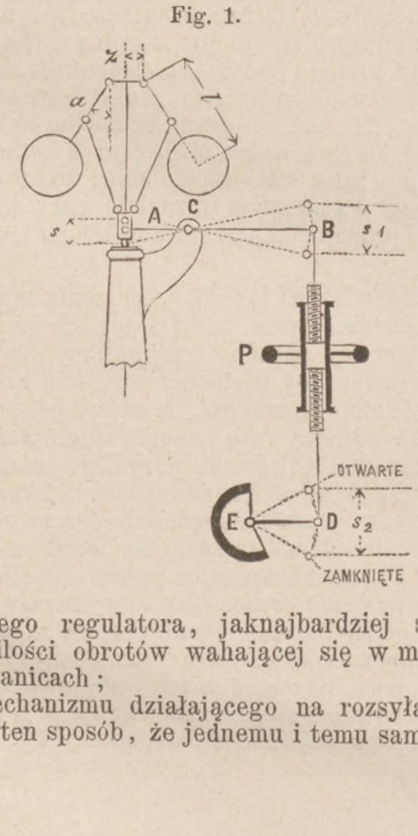
Z całego tego rozumowania możemy wyprowadzić wniosek odwrotny, a mianowicie: Jeżeli w danych pompach, tłoczących ciecz pod pewne *stałe* ciśnienie, ilość obrotów daje się zmienić przez zmianę stopnia rozprężenia pary w cylindrze, to z pewnością, albo w pompie, albo w silnicy są zamałe przekroje. Gdy więc w dodatku przekroje samej pompy są dostatecznie wielkie, to przyczyna leży w spadaniu pary w rurach, wentylu lub rozsyłaczu.

Mówiliśmy dotychczas o pompach pracujących pod stałem ciśnieniem. Bardzo często może się zdarzyć, że ciśnienie to jest zmiennem; ponieważ jednak zmiany takie (a oczywiście wraz z niemi i zmiany niezbędnego napełnienia) następują w większych odstępach czasu, przeto możemy ogólnie twierdzić, że w silnicach i pompach dobrze zbudowanych nie można regulować sprawności silnicy samą tylko zmianą napełnienia cylindra.

Rozumowania powyższe dały pobudkę inżynierowi *F. J. Weiss'owi* z Bazylei (którego *„skraplacze z przeciwprądami"* zostały opisane w Przeglądzie) do zbudowania *„regulatora sprawności"*, utrzymującego stałe napełnienie silnicy przy rozmaitej ilości obrotów.

Regulator ten składa się z dwóch zasadniczych części (fig. 1):

Fig. 1.



a) samego regulatora, jaknajbardziej statycznego, a przytem o ilości obrotów wahającej się w możliwie największych granicach;

b) z mechanizmu działającego na rozsyłacz cylindra parowego, w ten sposób, że jednemu i temu samemu położeniu drąga *ACB* (t. j. pewnej określonej ilości obrotów regulatora) mogą odpowiadać rozmaite położenia drąga *ED* od rozsyłacza (na figurze rozsyłacz *Ridera*), czyli rozmaite napełnienia cylindra.

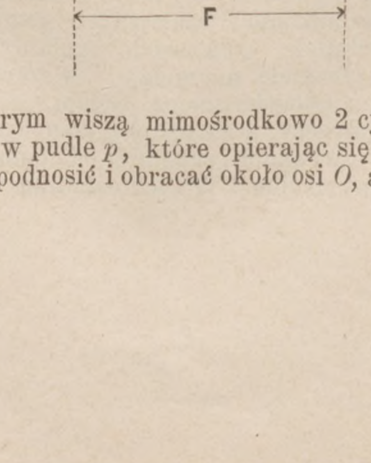
Urządzenie takiego mechanizmu może być bardzo różne; najprostszem rozwiązaniem kwestyi jest kółko *P* z lewym i prawym zwojem śrubowym do podłużania lub skracania łącznika *BD*.

Przypatrzmy się działaniu regulatora. Przypuśćmy, że pompa pracując pod stałem ciśnieniem, daje *W* litrów wody na minutę przy *N* obrotach, i że zapotrzebowanie wody spada do *w* litrów na minutę. Chcąc zmniejszyć sprawność pompy do *w* litrów, musimy jej nadać ilość obrotów $n = N \cdot \frac{w}{W}$ i w tym celu kręcimy kółko *P* w kierunku odpowiadającym zdłużeniu łącznika *BD*; regulator będący w ruchu utrzymuje w skutek swej bezwładności drąg *AB* w dawnem położeniu; przedłużenie zatem łącznika *BD* powoduje w pierwszej chwili przesunięcie drąga *ED* ku dołowi, t. j. zmniejszenie napełnienia. Silnica wówczas nie mogąc już przezwyciężyć oporu wody, stara się stanąć i zwalnia biegu, a wtedy regulator opada i opadając pociąga drąg *ED* w odwrotną stronę i powiększa napełnienie. Z chwilą gdy napełnienie powróci do pierwotnej wielkości, odpowiadającej danemu oporowi wody, rezultat będzie osiągnięty, regulator bowiem jako statyczny będzie w nowem położeniu w zupełnej równowadze i robić będzie zarazem mniejszą ilość obrotów niż poprzednio. Oczywiście manipulacyę z kołkiem *P* powtarzać należy, dopóki silnica nie będzie robiła żądanej ilości obrotów *n*, — jak również jasną jest rzeczą, że opisane powyżej działanie kółka *P* przenosi się równocześnie i na regulator i na rozsyłacz. Gdyby chodziło o zwiększenie sprawności silnicy, należałoby zwiększyć ilość obrotów t. j. skrócić drąg *BD*.

W powyżej opisanem działaniu leży zasadnicza różnica regulatorów sprawności do pomp, od regulatorów szybkości do silnic transmisyjnych. Te ostatnie zmieniają sprawność nie zmieniając szybkości silnicy; nowe regulatory działają wręcz odwrotnie. Mogą one odegrać w przyszłości poważną rolę, gdyż dadzą możność zastosowania do pomp, silnic z rozsyłaczami precyzyjnymi, jak np. *Sulzera*, *Corlisa*, *Proella* i t. d., których użycie przy zastosowaniu regulatorów szybkości było bezcelowem, z powodu, że silnice musiałyby pracować przy większej ilości obrotów, bądź co bądź z *przytłumioną* parą. Jest to tembardziej prawdopodobnem, że opisane regulatory mogą działać zupełnie automatycznie, jak to poniżej zobaczymy.

Badanie matematyczne warunków przy których regulator byłby jaknajbardziej statycznym i posiadał ilość obrotów bardzo zmienną, doprowadziły do rezultatu, że stosunek punktu zawieszenia do długości wahadła (fig. 1) $\frac{z}{l}$ winien być wielkością możliwie wielką. Stąd powstała konstrukcya przedstawiona na fig. 2 i 3. Na osi *O*, zamocowany jest

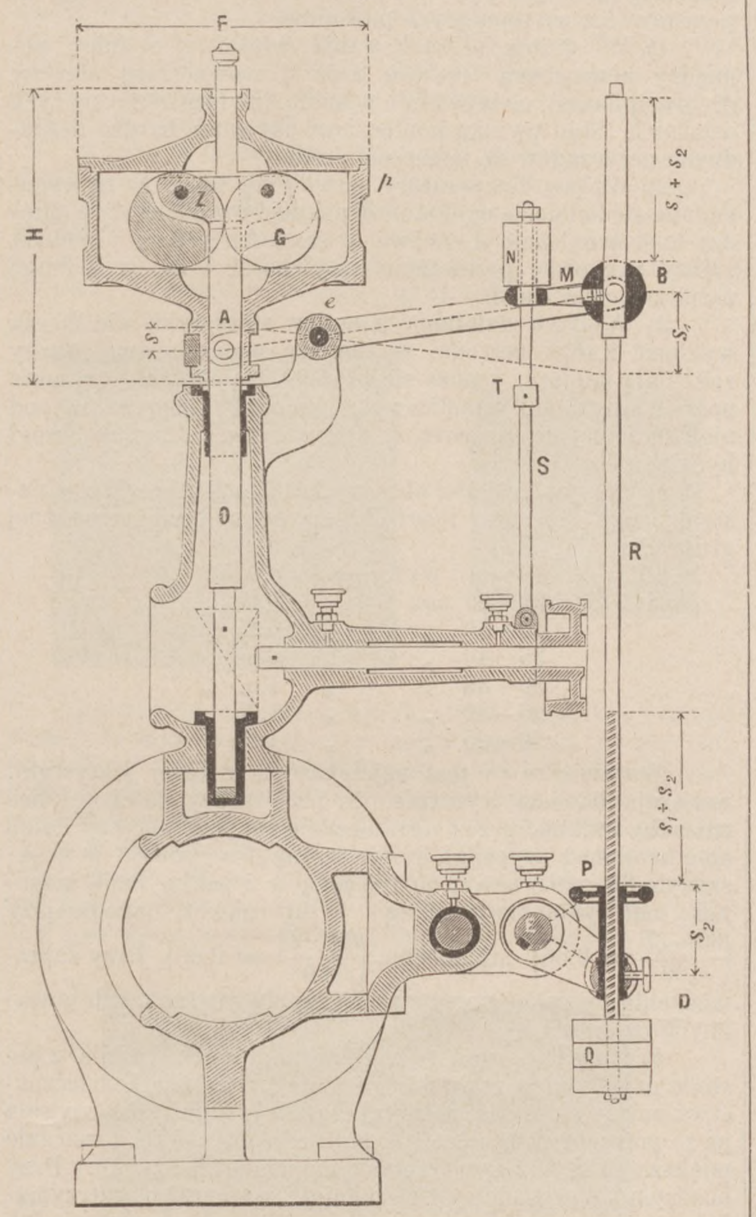
Fig. 2.



drąg *z*, na którym wiszą mimośrodkowo 2 cylindry *G*. Są one zamknięte w pudle *p*, które opierając się na nich, może się swobodnie podnosić i obracać około osi *O*, a w dolnej swej

części posiada zaczepienie dla drąga *AC* działającego na rozsyłacz. Budowa ta łączy łatwość wykonania (2 tylko czopy) z wielką energią, zajmuje małą przestrzeń, wyróżnia się pięknymi kształtami, wreszcie zaś posiada wszelkie warunki bezpieczeństwa przy obsłudze, gdyż wszystkie ruchome części zawarte są w pudle *p*.

Fig. 3.



Następująca tablica pokazuje najważniejsze dane dotyczące 3-ch numerów regulatora, wyrabianych przez wynalazcę:

Numer regulatora:	1.	2.	3.
Długość wahadła $l = mm$ . . .	32	40	50
Skok pudła $s = mm$	26	32,4	40,5
Największa średnica $F = mm$. .	310	390	485
Cała wysokość $H = mm$. . . .	302	380	497
Waga obu kul i pudła, w *kg* . .	49,5	91	179,5
Siła wytworzona przez regulator przy 2%-ej zmianie w ilości obrotów, w *kg*	1,98	3,60	7,20
Regulator wystarcza dla cylindrów parowych średnicy około *mm* .	do 300	250—450	powyżej 450
Ilość obrotów na minutę n_{max} (przy kącie odchylenia $\alpha_{max} = 80^0$) .	500	412	378
Ilość obrotów na minutę n_{min} (przy $\alpha_{min} = 10^0$)	91	89	97
Zdolność regulowania $p = \frac{n_{max}}{n_{min}}$. .	5,5	4,6	3,9

Różnice obrotów są tu rzeczywiście bardzo znaczne. Przypuszczaliśmy dotychczas, że opór stawiany silnicy jest stały w ciągu jednego skoku. Może on być wszakże zmiennym, gdy naprzykład silnica działa na kompresor, dostarczający w różnych odstępach czasu powietrze o rozmaitych ciśnieniach. Każdej takiej zmianie, trwającej zazwyczaj pewien dłuższy przeciąg czasu, odpowiada inne napełnienie cylindra. Oczywiście zmiana niezbędnego napełnienia może też pochodzić z powodu zmiany ciśnienia pary w kotle. W takich razach regulator powinien nietylko utrzymywać niezbędne w danej chwili napełnienie, lecz również powinien dozwalać na zmianę napełnienia w dłuższych odstępach czasu. Działanie tego rodzaju daje się osiągnąć za pomocą opisanego mechanizmu ze śrubą (fig. 1), mimo to nawet, że regulatory te posiadają nadzwyczaj mały skok (por. tablicę). Trzeba tylko przyjąć punkt stały *C* drąga *AB*, jak *można najbliżej* osi regulatora, bez względu na to, czy skok s_1 wypadnie większy lub mniejszy od skoku drąga rozsyłacza s_2, odpowiadającego największemu i najmniejszemu napełnieniu; za to nacięcie śruby *R* (fig. 3) trzeba zrobić długiem $s_1 + s_2$ i w takim razie przestawienie kółka *P* pozwoli nam osiągnąć przy wszystkich położeniach regulatora (t. j. przy wszystkich ilościach obrotów silnicy, od największych do najmniejszych) wszystkie napełnienia cylindra, od najmniejszego do największego. Gdyby niezbędne napełnienie cylindra było niezmiennem, to długość nacięcia śruby *R* mogłaby być równą tylko s_1. W pośrednim wypadku, t. j. gdy niezbędne napełnienie jest zmienne w granicach określonych, odpowiadających skokowi rozsyłacza s_3 — nacięcie winno być równem $s_1 + s_3$.

Urządzenie mechanizmu regulatora, przedstawione schematycznie na fig. 1, jakkolwiek jest wystarczającem do osiągnięcia zamierzonego celu, ma jednak tę wadę, że w razie wypadku w rodzaju pęknięcia rury pompy, nie wywołuje natychmiastowego zatrzymania się silnicy. Regulator zwykły, astatyczny, skoczyłby w razie wypadku podobnego, a więc w razie szybszego biegu silnicy odrazu do góry i zmniejszyłby napełnienie cylindra do zera lub do minimum; regulator zaś sprawności, jako statyczny, podnosiłby się do góry po trochu, w miarę wzrostu szybkości biegu silnicy; mogłoby się zatem zdarzyć, że równowaga między rozpędzającą się silnicą i zmniejszanem przez regulator napełnieniem cylindra nastąpiłaby dopiero przy tak znacznej ilości obrotów, któraby sama przez się była niebezpieczną dla silnicy. Urządzenie mechanizmu regulatora według fig. 3 zapobiega w zupełności rozbieganiu się maszyny.

Podwójny drąg regulatora *ACB*, posiada w końcu ruchomy krążek *B* z ramieniem *M* obciążonem ciężarkiem *N*. Ciężarek ten powoduje, iż brzegi pionowego otworu w krążku *B*, zaczepiają się za wykroje łącznika *R* i przestawiają rozsyłacz *DE*. Zaczepienie to wszakże trwa jedynie dopóty, dopóki przy podnoszeniu się regulatora, ramię *M* nie oprze się na obrączce *T*, umocowanej na drążku *S* przechodzącym luźno przez otwór w *M* i *N*. Oparcie się *M* na *T* pociąga za sobą przechylenie się *M* i *B*, a wtedy łącznik *R* może swobodnie przejść przez otwór w *B*, zaś ciężar *Q* umocowany na *R* opada i zamyka samodzielnie rozsyłacz cylindra. Chwila zamknięcia tego jest zależną jedynie od ustawienia obrączki *T* na *S*, niezależną zaś zupełnie od położenia kółka *P* t. j. od napełnienia z jakiem normalnie pracowała silnica.

Powyżej opisane urządzenia (fig. 1 i 3) regulatora normują sprawność silnicy przez przestawianie *ręką* kółka *P*; fig. 4 przedstawia urządzenie w razie gdy pożądanem jest, aby regulowanie sprawności odbywało się nietylko odręcznie, lecz i samodzielnie dokonywanem było przez regulator. Można mieć tu np. na celu zmniejszenie sprawności silnicy, gdy osiągniętem zostanie pewne ciśnienie w zbiorniku powietrznym pompy lub kompresorów, lub też gdy woda w rezerwoarze zasilanym przez pompę, podniesie się do pewnego poziomu, lub wreszcie gdy tłok akumulatora dojdzie do pewnej wysokości.— Całość urządzenia (fig. 4) polega na zastąpieniu łącznika *R* (fig. 3) cylindrem *K* i tłokiem *I*. Cylinder *K* łączy się z drągiem rozsyłacza *ED* widełkami *U* z otworkiem, przez który dopływa do cylindra woda przez gibką rurkę *r*. Górna część cylindra *K*, opiera się na sprężynie *W*, której dolny koniec spoczywa na płytce połączonej śrubami *n* z górną częścią tłoka *I*. Napięcie sprężyny reguluje się śrubami *n* lub mutrą *L* i ustawia się ją tak, aby pewne określone ciśnienie na tłok było w stanie zgiąć sprężynę *W*

i wydłużyć odległość punktów B i D, a więc zmniejszyć sprawność silnicy. Oprócz urządzenia automatycznego, jest tu także kółko P do normowania napełnienia ręką.

Fig. 4.

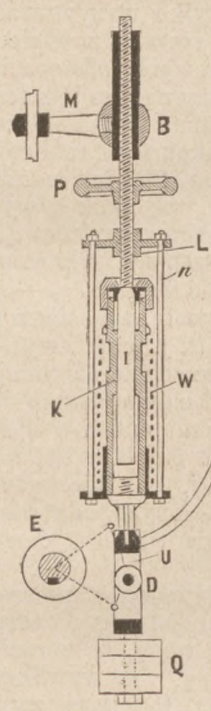


Fig. 4 przedstawia urządzenie analogiczne do fig. 3, t. j. z drążkiem M, ciężarem Q do samodzielnego odstawienia silnicy. Wypuszczając drążek M, można mechanizm cały uprościć, w myśl fig. 1.

Sposób doprowadzania wody do rurki r (fig. 4) zależy od tego, czy mamy do czynienia z kompresorem, rezerwoarem lub akumulatorem. Szczegóły te znajdzie czytelnik w oryginalnym artykule p. *Weissa* (Zeitschrift d. Vereins deut. Ing. 1891, № 38, 40 i 42). Reasumując całe urządzenie regulatora sprawności, widzimy, iż może on działać:

1) jako regulator zmieniający sprawność odpowiednio do ilości obrotów, nadanej silnicy przez działanie ręką na kółko P (fig. 1);

2) jako takiż regulator z mechanizmem do zatrzymania silnicy w chwili, gdy ilość jej obrotów przejdzie określoną normę (fig. 3);

3) jako regulator samodzielnie zmieniający sprawność;

4) jako takiż regulator, z mechanizmem do zatrzymania silnicy (fig. 4).

O wyborze jednego z tych urządzeń decydują zarówno warunki, w jakich pracują pompy, jak i nakład z jakim całość ma być wykończona.

Stanisław Lisiecki, inż.

O ŚRODKACH ZAPOBIEGAWCZYCH

PRZECIW PĘKANIU OBRĘCZY

I O BEZPIECZEŃSTWIE NOWYCH SPOSOBÓW ICH UMOCOWANIA.

Na zgromadzeniu niemieckich inżynierów mechaników w Berlinie, w d. 26 stycznia r. b., dyrektor okręgu erfurckiego dr. żel. państwowych p. *Bork* miał odczyt pod powyższym tytułem. Odczyt ten zawiera dane statystyczne, zebrane na dr. żel. państwowych w Prusach i z tego względu, jako mogący zainteresować niektórych czytelników Przeglądu, podaję w streszczeniu ze sprawozdania, pomieszczonego w № 353 czasopisma Glasers Annalen für Gewerbe und Bauwesen z dnia 1 marca r. b.

Osie z kołami i obręczami mają bezwątpienia najważniejszy wpływ na bezpieczeństwo ruchu po drogach żelaznych; a chociaż osie i koła, przy wymiarach obecnie im nadawanych, przedstawiają już stosunkowo wysoki stopień bezpieczeństwa, to jednak o obręczach powiedzieć tego nie można. Podług statystyki dr. żel. pruskich okazuje się, że za siedmiolecie od 1884 do 1890 r. wypada pęknięć na 100 obręczy, znajdujących się w ruchu:

pod parowozami.	0,50%
„ tendrami	0,65
„ powozami	0,38
„ pocztowymi.	0,60
„ brankardami	0,39
„ towarowymi	0,25

W r. 1890 pęknięcia obręczy spowodowały w Prusach 30 wypadków wykolejenia się pociągów. Nie ulega więc wątpliwości, że co do obręczy nie osiągnięto jeszcze pożądanego stopnia bezpieczeństwa, i aby tego dopiąć, należy o ile możności usunąć przyczyny pękania obręczy; ponieważ jednak niepodobna zupełnie uniknąć podobnych wypadków, należy więc nadto tak umocowywać obręcze na kołach, aby w razie pęknięcia zabezpieczyć je od spadnięcia i w ten sposób uchronić pociąg od wykolejenia.

Pęknięcia poprzeczne są najniebezpieczniejsze i najczęstsze, stanowią bowiem 60% ogólnej ilości, z czego 42% stanowią całkowite pęknięcia, a 18% nadpęknięcia. Mogą one powstawać z następujących powodów:

1) W skutek niezachowania właściwej różnicy pomiędzy zewnętrzną średnicą koła i wewnętrzną obręczy (Schrumpfmass), co wywołuje pękanie, lub luzowanie się tych ostatnich. Stąd wynika konieczność używania bardzo dokładnych przyrządów do mierzenia średnic.

2) Wpływ temperatury ujawnił się tem, że za wspomniane siedmiolecie ogólna ilość pęknięć rozdziela się pomiędzy miesiące letnie i zimowe w stosunku 1:2,6, co jednak należy przypisać przeważnie sztywności toru, wywołanej zamarznięciem ziemi.

3) Wpływu działania hamulcy statystyka nie mogła wykazać z tego powodu, że obręcze w czasie swej służby zmieniają miejsca, i może się zdarzyć, że obręcze, pęknięte np. pod wagonami hamulcowymi, chodziły poprzednio pod niehamulcowymi, a nawet w czasie wypadku hamulec mógł być nieczynny.

4) Wpływ grubości obręczy na ich pękanie widać z następującego stosunku ilości obręczy pękniętych przy różnej grubości:

60 *mm* i wyżej	pękło	0,025%
50—60 *mm*	„	0,08 „
40—50 „	„	0.29 „
35—40 „	„	0,54 „
30—35 „	„	1,05 „
25—30 „	„	1,65 „
20—25 „	„	1,85 „

Zestawienie to jest najciekawsze z całej statystyki, wskazuje bowiem wyraźnie, że przeważnej ilości pęknięć możnaby uniknąć przez ograniczenie zużycia obręczy do 35 *mm*, natomiast wypadałoby pierwotną ich grubość powiększyć do 80, albo nawet do 100 *mm*, a w takim razie stosunek materyału zużywanego byłby nawet dogodniejszy $\left(\frac{60-35}{100} = 0,65\right)$ niż obecnie $\left(\frac{60-24}{60} = 0,60\right)$. Przy zaprowadzeniu tej zmiany nie potrzeba się obawiać żadnych poważnych trudności.

5) Znaczna część pęknięć wynika bezwątpienia z powodu użycia nieodpowiedniego materyału. Dla bezpieczeństwa należy stosować materyał ciągliwy, o ile tylko pozwala na to potrzebna współcześnie twardość, gdyż obręcz znacznie miększa od szyn zużywałaby się niepomiernie szybko. Przy obecnym stanie budowy wierzchniej, materyał o wytrzymałości mniejszej od 60 *kg* uważać należy za nieodpowiedni. Szczególną uwagę zwrócić należy na jednorodność materyału.

Ilość pęknięć w zależności od rodzaju materyału wypada jak następuje:

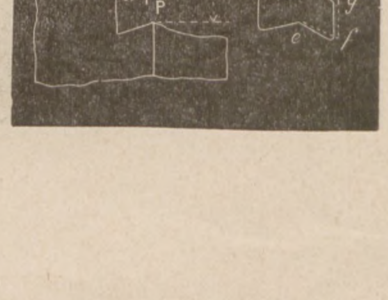
obręczy ze stali pudlingowej pękło	0,67%
„ z żelaza szwejsowego . .	0,43
„ z żelaza zlewnego } „ ze stali zlewnej } . .	0,27

Pęknięcia podłużne, stanowiące 15.6% ogólnej ilości pęknięć, powstają przeważnie w skutek wadliwości materyału. Z przyczyn zewnętrznych wpływa rozwalcowywanie się obręczy, w skutek czego przyjmują one kształt, wskazany na fig. 1. Jeżeli jeszcze mają wytoczony rowek, jak wskazano

Fig. 1.



Fig. 2.



linią kropkowaną, to przeginając się pod ciśnieniem szyny, często pękają w kierunku najmniejszego przekroju. Obręcze umocowane za pomocą pierścienia zaciśniętego na zimno (Sprengring) pękają po linii, wskazanej na fig. 2.

Próby porównawcze, wykonane na obszerną skalę w r. 1879 (w Kassel) dowiodły niedostateczności używanych dawniej sposobów umocowania obręczy; z pośród nowych zaś okazał się najpewniejszym i najwięcej się rozpowszechnił sposób umocowania za pomocą występu od stronu zewnętrznej i pierścienia (Sprengring), wstawionego w rowek, wytoczony po stronie wewnętrznej (pod obrzeżem) i umocowanego przez zaklepanie na zimno wystającej obręczy (fig. 3) (sposób normalny pruski).

Podług wspomnianej statystyki w czasie siedmiolecia sprawozdawczego z ogólnej ilości 1197 obręczy, pękniętych przy tem umocowaniu, w 51 wypadkach nie uchroniło ono obręczy od spadnięcia, z tego powodu, że zaklepana na zimno krawędź obręczy albo odchylała się, albo pękała w kierunku linii *ab*, w skutek uszkodzenia przy zaklepywaniu.

Fig. 3.

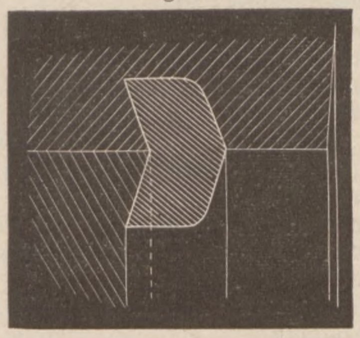
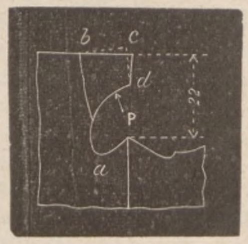


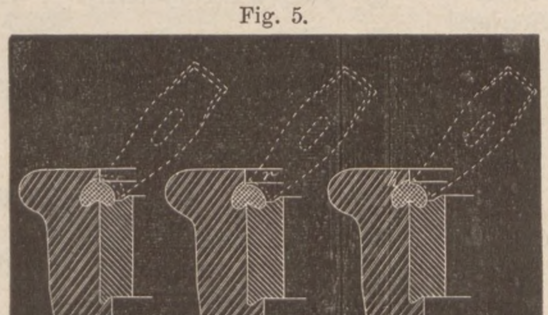
Fig. 4.



Ażeby umocowanie to zrobić pewniejszem, należałoby wzmocnić wymiary niebezpiecznego przekroju *ab* obręczy, jak również i przekroju pierścienia, ale wtedy żłobek posunąłby się dalej ku okręgowi zetknięcia się z szyną, co przy obręczach cienkich mogłoby powodować odpękanie obrzeży.

Od wspomnianej wady wolnem jest umocowanie obręczy sposobem *Borka*, różniącym się od poprzedniego kształtem żłobka, wytoczonego w obręczy i sposobem wstawiania na gorąco pierścienia z kilku odcinków, jak wskazuje fig. 4 i 5.

Fig. 5.



W miejscach zetknięcia się sąsiednich części pierścienia żłobek ma zagłębienia, wskazane na fig. 6, 7 i 8, przez co końce części pierścienia tworzą głowy, chroniące obręcz od przesuwania się po okręgu.

Fig. 6.



Fig. 7.



W celu porównania wytrzymałości tych dwóch sposobów umocowania obręczy były przygotowane próbne kawałki długości około 130 *mm* dzwona i obręczy, przez którą przewiercony był otwór do wstawienia czopa (fig. 9). Następnie działaniem prasy hydraulicznej na ten czop odrywano dzwono od obręczy, na co potrzeba było użyć siły: przy umocowaniu normalnem pruskiem 1080 *kg*, a przy umocowaniu *Borka* 2200 *kg* na 1 *cm* bieżący. Na cyfrach tych jednak nie należy zbytnio polegać, z tego powodu, że przy prowadzeniu roboty na wielką skalę nie będzie można dosięgnąć takiej dokładności wykonania, jak w kawałku próbnym.

Fig. 8.

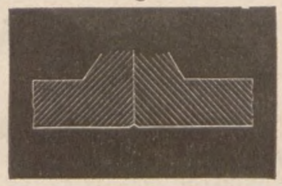
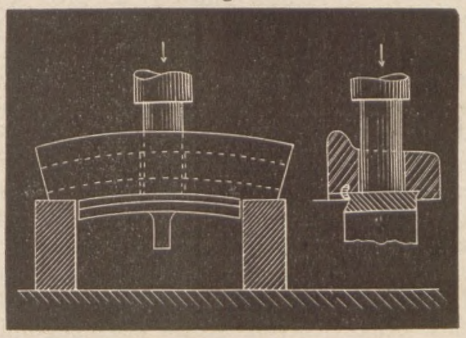


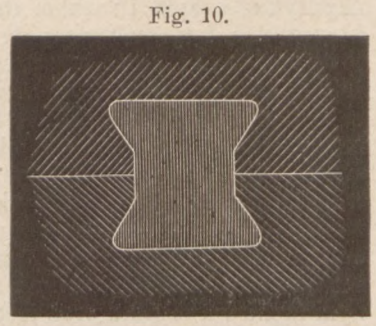
Fig. 9.



Taka jest treść odczytu i rozprawy, jaka wywiązała się po odczycie. Dla dopełnienia przytoczę jeszcze dane o ilości obręczy pękniętych i spadłych, zaczerpnięte z okólnika dyrekcyi erfurckiej № 19376, z d. 13 stycznia r. b.: z liczby 1210 obręczy pękniętych przy umocowaniu sposobem normalnym pruskim spadło 59 sztuk, t. j. 4,87%; z liczby zaś 129 umocowanych sposobem *Borka* spadła 1 sztuka, t. j. 0,77%.

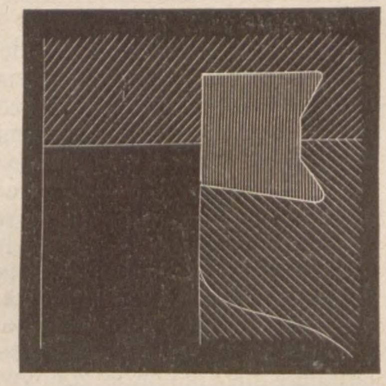
Dla porównania przytoczę kilka cyfr, zebranych na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej, która od r. 1879 wprowadziła u siebie umocowanie obręczy sposobem *Kaselawskiego* (zalewanie metalem) (fig. 10), jako najmniej zależnym od staranności rzemieślnika i dającym się łatwo kontrolować. Podług prób, wykonanych w Kassel, wytrzymałość względna tego sposobu umocowania wyraża się cyfrą 91, gdy tymczasem umocowania normalnego pruskiego cyfrą 500. Jednakowoż zaraz wówczas wynalazca występował z poważnymi zarzutami przeciw tym cyfrom (por. Glosers Ann. № 69 z r. 1880).

Fig. 10.



Na drodze Wiedeńskiej w przeciągu sześciolecia 1886 — 1891 pękło obręczy, umocowanych w powyższy sposób 505 sztuk i z nich spadło z kół 19 szt. t. j. 3,76%, a zatem stosunkowo mniej, niż przy umocowaniu normalnem pruskiem. Nadmienić przytem wypada, że wszystkie obręcz pęknięte, z bardzo małym tylko wyjątkiem, wyławiane były przez rewizorów wagonów, pobierających za to po 2 rub. i że tylko te obręcze spadały z kół, które nie były w porę wycofane i pękły więcej niż w jednem miejscu. Dotychczas nie zauważono ani jednego wypadku pęknięcia podłużnego od żłobka do powierzchni zetknięcia się z szyną; jednakowoż na żądanie Departamentu dr. żel. od roku zeszłego wprowadza się odmiana tego sposobu umocowania, wskazana na fig. 11, na wzór norm. pruskiego.

Fig. 11.



Podworski.

KRYTYKA I BIBLIOGRAFIA.

Silvanus P. Thompson. „Elektromagnit i elektromagnitnyje miechanizmy", tłomaczenie z angielskiego na rosyjski, dokonane pod redakcyą *A. Smirnowa*. Petersburg 1892.

Pod tytułem powyższym rosyjskie piśmiennictwo techniczne przyswoiło sobie z upoważnienia autora, dzieło wyszłe niedawno: „The electromagnet". Profesor *Silvanus Thompson* znany już jest polskiemu czytającemu ogółowi z doskonałej, a niestety zamało u nas rozpowszechnionej książki: „Elektryczność i magnetyzm", spolszczonej przez niezmordowanego pracownika na niwie naukowej ojczystej, *J. J. Boguskiego*. W ciągu zimy r. z. prof. *S. Thompson* w londyńskiem Society of Arts miał szereg odczytów o elektromagnesach i ich własnościach, które wkrótce potem wydał w formacie książkowym. W wykładach swoich autor idąc za przykładem takich działaczy na polu teoryi dynamomaszyn jak *Rowland*, *Bosanquet*, *Hopkinson*, *Kapp* i inni, wprowadza zasadę łańcucha magnetycznego i do teoryi elektromagnesów w ogóle i z niej wysnuwa w sposób niezmiernie łatwy bardzo ważne praktyczne wnioski dla konstruktorów. Ci ostatni nauczyć się stąd mogą: jaki należy nadawać kształt i wielkość elektromagnesom, ile brać należy zwojów drutu miedzianego ażeby otrzymać najlepszy skutek dla rozmaitych celów praktycznych. Autor poszczególnie się zastanawia nad zastosowaniem elektromagnesów do szybkiego działania, do chronografów, wibratorów i wahadeł w zegarach elektrycznych, do prądów o kierunku zmiennym, np. w żelazkach do prasowania, do elektromotorów; dalej drobiazgowo się zatrzymuje nawet na takich zastosowaniach jak w dentystyce, do ratowania statków, w górnictwie, wskazuje też sposoby uniknięcia iskry w elektromagnesach. Następne rozdziały traktują o zastosowaniach elektromagnesu w chirurgii, o wpływie składu chemicznego stali i żelaza i stopnia zahartowania na stały magnetyzm, o sposobach magnesowania, wpływie temperatury, sile przyciągania elektromagnesu i t. d. Wreszcie na samym końcu dzieła napotykamy spis i rozbiór dziś używanych jednostek elektrycznych i magnetycznych. Książka cała uderza swoim prostym, jasnym i bardzo zwięzłym układem, przytem łatwością i przystępnością prawdziwie angielskiego wykładu rzeczy. Pod adresem rosyjskich tłomaczy mógłbym nadmienić, że dobrze byłoby podawać obok nazw swojskich, zupełnie świeżo ukutych, z których prawdopodobnie niewiele nawet wejdzie w przyszłości do języka technicznego rosyjskiego— nazwy angielskie, które mają znaczenie ogólnotechniczne, europejskie; w ten sposób ułatwia się swojemu czytelnikowi, chciwemu wiedzy, dalsze nabywanie wiadomości w danym fachu i kierunku oraz śledzenie postępu elektrotechniki w pismach specyalnych, w znaczeniu cokolwiek szerszem niż to jakie mu wyznacza przekład rosyjski. Dla nietechników dzieło *Thompsona* ma również wartość niemałą, bo pozwala swobodnie rozejrzeć się w dziedzinie, której poznanie elektrotechnicy, przeważnie niemieccy, niezmiernie utrudnili laikom przez używanie wyłącznie matematycznych wzorów i określeń; angielski autor umiał uprzystępnić swój przedmiot, nie pozbawiając go mimo to wartości technicznej.

Wykłady *S. Thompsona* odrazu zwróciły na siebie uwagę europejskich organów specyalnych, z których wszystkie prawie podały je in extenso lub w streszczeniu; niniejszy przekład na język rosyjski podjęty został przez redakcyę petersburskiego dwutygodnika „Elektryczestwo". Nasuwa się myśl, czy nie byłoby dobrze i po obywatelsku, żeby i nasze szczupłe kółko elektrotechniczne zaznaczyło swoje istnienie nietylko przez zdobywanie instalacyj elektrycznych, lecz i przez szerzenie pośród ogółu polskiego pożytecznych książek specyalnych w rodzaju tej jaką mamy przed sobą. Możeby w ten sposób sprawa i postęp elektrotechniki we wszystkich kierunkach o wiele prędszym u nas zaczęły iść krokiem niż dotąd; ogół nasz nie jest dostatecznie przygotowany do przyjęcia i ocenienia korzyści i dobrodziejstw płynących z elektrotechniki, ale przygotować go można i potrzeba.

S. Stetkiewicz.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

Mechaniczny równoważnik ciepła. W № 25 r. b. Elektrotechnische Zeitschrift znaleźliśmy przegląd historyczny istniejących dotychczas rozmaitych oznaczeń mechanicznego równoważnika ciepła. Sądzimy, że poniższa tabelka wyda się nietylko zajmującą, lecz i przydatną niejednemu z czytelników Przeglądu.

I. Sposoby bezpośrednie.

Rok	*Badacz*	*Sposób*	*Wynik w kg.*
1843	*Joule*	Tarcie wody w rurach. . .	424,6
„	„	Rozgrzanie przez prądy elektromagnetyczne . . .	460,0
„	„	Zmniejszenie ciepła w stosie, gdy prąd wykonywa pracę	442,2
1845	„	Ściskanie powietrza . . .	443,8
„	„	Rozszerzalność powietrza .	437,8
„	„	Tarcie wody w kalorymetrze	488,3
1847	„	„ „	428,9
1850	„	„ „	423,9
„	„	Tarcie żywego srebra „	424,7
„	„	„ opiłek żelazn. „	425,2
1857	*Favre*	Zmniejszenie ciepła w stosie, gdy prąd wykonywa pracę	426—464
„	*Hirn*	Tarcie metali.	371,6
1858	„	„ „	400—450
„	*Favre*	„ „ w rtęciowym kalorymetrze	413,2
„	*Hirn*	Świdrowanie metali . . .	425.0
1860/1	„	Woda w wadze tarcia . . .	432,0
„	„	Wpływ cieczy pod wysokiem ciśnieniem	433,0
„	„	Uderzenia ołowiu	425,0
„	„	Tarcie wody między 2 cylindrami	432,0
„	„	Rozszerzalność powietrza .	440,0
„	„	Maszyny parowe	420—432
1865	*Edlund*	Rozszerzalność i ściśliwość metali	428,3—443,6
1870	*Violle*	Rozgrzanie tarczy między biegunami magnesu. . .	435,0
1875	*Puluj*	Tarcie metali.	425,2—426,6
1878	*Joule*	„ wody w kalorymetrze	423,9
1879	*Rowland*	„ „ „	429,7—425,8
1891	*D'Arsonvel*	Rozgrzanie walca w polu magnetycznem	421—427

II. Sposoby uboczne.

1842	*Mayer*	Za pośrednictwem równania $I=\frac{p_0 v_0 \alpha}{C-c}$	365,0
1857	*Quintus Icilius*	Powstawanie ciepła w drucie o znanym oporze . .	399,7
„	*W. Thomson*	E.M.K. elektrochemiczny równoważnik wody 0,009376	432,1
„	*Favre* i *Silbermann*	Powstawanie ciepła za pomocą działania cynku na siarczan miedzi	432,1
„	*Boscha*	E. M. K. *Daniella* w mierze absolutnej	432,1
1859	*Joule*	Ciepło w stosie *Daniella* . .	419,5
„	*Boscha*	E. M. K. *Daniella*	419,5
„	*Lenz Weber*	Powstawanie ciepła w drucie o znanym absol. oporze .	396,4—478,2
1867	*Joule*	„ „ „ „	429,5
1878	*Weber*	„ „ „ „	428,15
1888	*Perot*	Za pomocą równania $L=\frac{T}{E}(u'-u)\frac{dp}{dt}$ . . .	424,63
„	*Dicterici*	Ciepło *Joule'a*	432,5
1891	*Miculesa*	„ „	426,70

Parowóz bez paleniska, do użytku w kopalniach, podług systemu *C. Rolanda* (Revue internationale de l'Industrie).

Już od dawna robiono starania, aby w kopalniach konie zastąpić parowozami, poruszanymi ściśnionem powietrzem,

przegrzaną wodą, elektrycznością i t. p. Wszystkie jednak tego rodzaju maszyny okazały się kosztownemi i wymagającemi wiele wydatków na ich utrzymanie, a nadto po części (elektryczne) niebezpiecznemi. W ostatnim czasie powrócono znowu do użycia pary i przerobiono, odpowiednio do potrzeb kopalnianych, parowozy bez paleniska, wypróbowane już dostatecznie w tramwayach w Belgii. Parowóz taki został zbudowany przez inżyniera *C. Rolanda* w Mons. Posiada on rezerwoar o 0,55 m^3 objętości, zawierający w sobie przegrzaną wodę o temperaturze 205° C., czyli 16 atm. ciśnienia, i zasilany takową z kotła parowego na powierzchni ziemi znajdującego się. Ilość ta wody ma wystarczać na 3 do 4 *km* regularnej jazdy. Przegrzewania wody kotłowej przy pomocy strumienia pary spróbował po raz pierwszy belgijczyk *M. Bede*. Przez użycie przegrzanej wody można w stosunkowo niewielkiej przestrzeni nagromadzić znaczną ilość pracy w postaci ciepła, które sprawia stopniowe parowanie wody, potrzebnej do poruszania maszyn. Siła parowozu wynosi 6 koni par. przy prędkości 2 *m* na sekundę. Przy ciągłej więc pracy (w dzień i w nocy) maszyna jest w stanie zastąpić 12—18 koni i nadto część ludzi, przeznaczonych do obsługi takowych. Przez zastosowanie więc parowozów bez palenisk należałoby osiągnąć następujące rezultaty: 1) Absolutne bezpieczeństwo od złych następstw ognia i dymu. 2) Hygieniczniejszy pobyt w kopalniach, ponieważ usunięte być mogą konie i stajnie. 3) Nieznaczny rozchód pary (15 do 16 *kg* na 1 *km*) i dobra wentylacya, będąca następstwem ruchu powietrza, wywołanego ruchem samego parowozu. 4) Oszczędność w wydatkach. W stanie, gotowym do ruchu, parowóz waży 3000 *kg*, mechanizm jest na zewnątrz rozłożony i wszędzie łatwo dostępny. Rozstawienie kół 0,6 *m*, największa szerokość 0,82 *m*, całkowita długość 3 *m*. Zużyta para może na jednym lub drugim końcu parowozu odchodzić. Główne wymiary parowozu są: średnica cylindra $d = 0{,}115\,m$, skok tłoka $L = 0{,}175\,m$, średnica kół $D = 0{,}45\,m$, rozstawienie osi 1 *m*, bezwzględne ciśnienie na kotle 16 atm., największe ciśnienie pary przy wyjściu z regulatora $P = 7{,}231\,kg$, największe ciśnienie na powierzchnię tłoka 752 *kg*, użyteczne średnie ciśnienie pary $p = 0{,}75 \times P = 5{,}42\,kg$. Jeśli wartości te wstawimy do formuły *L. Chateli'ego*: $T = p\frac{d^2L}{D}\,kg$, otrzymamy dla siły pociągowej $T = 278\,kg$, praca zaś parowozu przy 2 *m* prędkości wyniesie $\frac{278 \times 2}{75} = 7{,}4$ koni parowych na sekundę. Ponieważ parowóz pracuje z rozszerzaniem pary, można przyjąć, że średnio ma siłę 6-u koni parowych.

E. S.

Przegląd kongresów, wystaw i konkursów.

Kwestyonarz IV seryi kongresu kolejowego, odbyć się mającego w Petersburgu w miesiącu sierpniu r. b.

Sekcya I. Droga i roboty.

1) Nomenklatura wyrażeń technicznych. 2) Zwrotnice. 3) Utrzymanie drogi. 4) Działanie obręczy na relsy. 5) Zależność wzajemna toru i taboru. 6) Drogi dla pociągów pośpiesznych. 7) Kontrolowanie prędkości pociągów. 8) Objaśnienia i wiadomości techniczne, jak np. o pękaniu i zużywaniu się relsów stalowych, o podkładach żelaznych i drewnianych.....

Sekcya II. Trakcya i tabor.

9) O przechodzeniu po łukach. 10) Wytwarzanie pary. 11) Wysokie ciśnienia. 12) Tabor na liniach o słabym ruchu towarowym. 13) Ogrzewanie ciągłe. 14) Służba maszynistów. 15) Objaśnienia techniczne Sekcyi II-ej, jak np. zużycie paliwa w parowozach, sposoby przytwierdzania obręczy z uwzględnieniem stosowanego metalu do ich wyrobu, smary w parowozach.....

Sekcya III. Eksploatacya.

16) Sygnały stałe i block-system. 17) Oświetlenie sygnałów. 18) Przyrządy służące do porozumiewania się: podróżnych ze służbą pociągową, ajentów drogowych ze stacyami, stacyi z pociągami w ruchu. 19) Rozstawianie wagonów próżnych. 20) Wymiana wzajemna taboru. 21) Udział zawiadowców stacyj w przyjmowaniu i wysyłaniu towarów. 22) Linie o słabym ruchu handlowym (III i V sekcya). 23) Objaśnienia techniczne sekcyi III-ej, jak np. zużytkowanie stacyi, zużytkowanie wagonów....

Sekcya IV. Kwestye ogólne.

24) Koleje w krajach nowych. 25) Stosunki międzynarodowe. 26) Rozsuwanie kół na osiach odpowiednio do szerokości toru. 27) Stacye wspólne, rozkład kosztów. 28) Rozkład towarów i taryf wspólnych. 29) Ruch podróżnych (IV i III sekcye w połączeniu). 30) Towary na małą prędkość. 31) Kasy emerytalne i zapomogowe. 32) Zakłady dodatkowe (hotele, bufety). 33) Objaśnienia techniczne Sekcyi IV-ej, jak zestawienie porównawcze rezultatów eksploatacyjnych, otrzymanych na rozmaitych drogach....

Sekcya V. Koleje żelazne ekonomiczne.

34) Szerokość toru kolei ekonomicznych. 35) Trakcya parowa kolei ekonomicznych. 36) Tabor kolei ekonomicznych. 37) Specyalne sposoby trakcyi. 38) Zarząd kolei ekonomicznych. 39) Prawodawstwo kolei ekonomicznych. 30) Sposoby przyciągania transportów.

SPRAWOZDANIA Z POSIEDZEŃ stowarzyszeń technicznych.

Sprawozdanie dziesiąte z czynności komitetu zarządzającego kasą pomocy dla osób pracujących na polu naukowem, imienia d-ra Józefa Mianowskiego, za r. 1891.

Z udzielonego nam uprzejmie powyższego sprawozdania dowiadujemy się:

że komitet zarządzający kasą składali w r. 1891 pp.: *Andrychiewicz Władysław*; *Baranowski Ignacy*, prezes; *Chmielowski Piotr*; *Deike Karol*, kasyer; *Dobrski Konrad*; *Godlewski Mścisław*; *Kramsztyk Zygmunt*; *Kryński Ad. An.*; *Kwietniewski Władysław*; *Okolski Antoni*; *Ślósarski Antoni*; *Struve Henryk*, wiceprezes;

że liczba członków założycieli pozostała bez zmiany 82; członków honorowych w końcu r. 1890 było 107, przybyło w r. 1891—2, razem 109; członków rzeczywistych wnoszących składkę 591. W roku poprzedzającym było członków rzeczywistych 632; najwięcej zaś było ich w r. 1886, bo 750; a w r. 1881/2, t. j. w roku otwarcia kasy, było 635.

Obrót kasowy funduszów wykazuje:

na przychód w r. sprawozdawczym . .	rub.	23 844	kop.	16
„ rozchód	„	23 611	„	86
pozostaje w gotowiźnie u kasyera	rub.	232	kop.	28

W pozycyi rozchodów najwyższą cyfrę stanowią pożyczki i zapomogi — wynoszą one . . . rub. 13 667 kop. 18 i rozkładają się:

na zapomogi bezwrotne	„	5 640	„	29
zapomogi zwrotne ze sprzedaży wydawnictw	„	4 726	„	89
pożyczki	„	3 300	„	—

Z pomiędzy członków rzeczywistych—ludzi przeważnie średniej bardzo zamożności — znaczna dość liczba, około 70, przebywa w odległych miejscowościach Cesarstwa; jest ich np. 7 w Irkucku, 13 w Tule, 4 w Tyflisie.

Czytelnicy nasi oceniając należycie zasługi i pożytki pięknej tej instytucyi, ochoczo do jej dalszego rozwoju przykładać się nieomieszkają.

KRONIKA BIEŻĄCA.

Koszty energii mechanicznej w Niemczech. W odczycie [1]) wygłoszonym w Berlińskiem Stowarzyszeniu elektrotechnicznem, inż. *W. Lahmeyer* obliczył korzyści ekonomiczne, wynikające z przesyłania pracy na wielkie odległości, za pomocą prądów „wielofazowych“ (n. Drekströme) wysokiego napięcia. Zdaniem prelegenta, miejscem najwłaściwszem, dla centralnych stacyj energii elektrycznej, są kopalnie węgla, gdzie kotły parowe mogą być opalane znacznie *tańszem* paliwem i gdzie mogą też być stosowane *wielkie* silniki parowe. Oszczędność na kosztach siły 1 konia par. na 1 godzinę, wytworzonej w wielkich silnikach (względnie do małych silników), objaśnia tabliczka I następująca:

Tab. I. 1 k. p. na godzinę kosztuje *w fenigach* niem., przy cenie 14 *Mk.* za tonę (1000 *kg*) węgla.

	Silniki par. oddzielne, bez kondensacyi						Stacye centralne, z kondensacyą pary				
Koni parowych	2,5	5	10	25	50	100	500	1000	2000	5000	10000
Wyzysk roczny 1000	32,8	26,3	21,34	13,74	10,1	8,40	6,85	5,87	5,43	4,75	4,24
Wyzysk roczny 3000	20,5	16,1	12,83	8,60	6,6	5,75	4,22	3,84	3,60	3,17	2,70

Ceny powyższe, obliczone niedawno przez prof. *Salomona,* jako przeciętne dla Westfalii, zachowują wartość *względną* dla wszelkich innych miejscowości, a dowodzą one, że np. silnik o 10000 k. p. jest około 10 razy oszczędniejszym od silnika o 2,5 k. p. Stąd wynika główna korzyść stacyj centralnych dla rozprowadzenia i dla podziału energii.

Inż. *Lahmeyer* zestawia nadto w tabl. II kosztorys centralnej stacyi elektrycznej, dla podziału 10000 k. p. na polu o średnicy 100 *km*, która (włącznie z stacyami drugorzędnemi) wymagałaby kapitału zakładowego 5 milj. marek.

Tab. II. Koszty prądu elektrycznego, w miejscach wyzysku, obliczone w fenigach oraz przy cenie węgla:

Wyzysk roczny, w godzinach	14 marek za tonę węgla		5 marek za tonę (przy kopalni węgla)	
	za 1 kilowatt na godzinę = 20 lampek żar. 16-świec. na godzinę	za 1 k. p. na godzinę, przy wielkich silnikach	za 1 kilowatt na godzinę = 20 lampek żar. 16-świec. na godzinę	za 1 k. p. na godzinę, przy wielkich silnikach
1000	14,00 f.	11,86	12,46	10,5
3000	7,75	6,58	6,25	5,3
5000	6,20	5,26	4,72	4,0

Zatem, można byłoby otrzymywać pracę 1 konia parowego na godzinę po bajecznie niskiej cenie 4 fenigów, jednakże z warunkiem *koniecznym sieci przewodników napowietrznych.*

Jeżeli natomiast prawo niemieckie zniewalać będzie przedsiębierców do prowadzenia kablów elektrycznych *podziemnych,* to koszty 1 k. p. na polu o średnicy 100 *km*, przy sile elektromotrycznej 20000 Voltów, byłyby *10 razy większemi* dla stacyj przesyłających 1000 k. p., zaś $4\frac{1}{2}$ razy większemi dla stacyj o 10000 k. p. [2]).

Nowe prawo (od kwietnia 1892 r.) niemieckie nie zawiera wprawdzie tego warunku ścieśniającego przedsiębierców po za obrębem miast, ale zastrzega ono w § 12, że „w razie szkodliwego wpływu jednej sieci elektrycznej na drugą linię sąsiednią, lub też gdy, w skutek zmian zaszłych w układzie nowej sieci, usprawiedliwione są obawy o prawidłową działalność sieci dawniejszej, to naówczas koszty przerobienia przewodników tak aby wpływ wzajemnej indukcyi był *możliwie* zobojętnionym, obowiązują wyłącznie przedsiębiercę sieci późniejszej. Spory stąd wynikłe rozstryga sąd zwyczajny.

Przyszłość rozwoju przesyłki energii na odległość zależy zatem od sprawiedliwego tłumaczenia wymienionego prawa, oraz też głównie od udoskonalenia środków antiindukcyjnych względnie do linij telefonicznych i telegraficznych. *H.*

Budowa dróg żelaznych w Ameryce. W ciągu roku ubiegłego przybyło Stanom Zjednoczonym 6080 mil (9785 *km*) dróg żelaznych, a mianowicie w południowych stanach 2006 mil, w południowo-zachodnich 1064, w północno-zachodnich 1047, w zachodnich 624, w Nowej Anglii 538 i w centralnych północnych stanach 802 mil. Całkowita więc rozciągłość dróg żelaznych w kraju tym przenosi obecnie 167 000 mil (268 700 *km*).

(Rev. Intern. de l'Industrie). *E. S.*

SPROSTOWANIA.

W artykule p. n. „Analiza elektrochemiczna“ (zeszyty za marzec, kwiecień, maj i czerwiec r. b.) wkradły się następujące błędy:

Zeszyt	*Str.*	*Szpalta*	*Wiersz*	*Zamiast*	*Powinno być*
marcowy	47	I	8 od dołu	właśnie	wtórnie
„	47	II	17 od góry	*Bourgern*	*Bourgoing*
„	47	II	5 od dołu	ułatwia	ułatwiają
„	48	II	31, 33, 36, 38 od góry	stożka	słoika
„	48	II	10 od dołu	*Beoquerelowie*	*Becquerelowie*
„	49	II	38 od góry	*Sawein*	*Jawein*
„	50	II	14 „	*Bersbaudran*	*Boisbaudran*
kwietniowy	64	I	2 od dołu	w postaci jej siarku	w postaci siarku
„	66	I	17 „	twarzający	wytwarzający
„	66	I	3 „	wydzielaniu	wydzieleniu
„	66	II	13 od góry	Sprawozdania	Sprawdzenia
„	66	II	28 „	kwaskiem	lewarkiem
„	67	II	19 „	kato-	katodzie
„	68	II	31 „	stałego	słabego
majowy	88	II	3 od dołu	strąca	strąca się
czerwcowy	112	I	2 od góry	blach	blacha
„	112	I	15 „	rozcieńczając	rozcierając

W dziale krytyka i bibliografia w art. „Zasady fizyki“ (zeszyt czerwcowy z r. b.):

czerwcowy	113	I	16 od dołu	*Silvanusa, Thompsona*	*Silvanusa Thompsona*
„	113	II	20 od góry	„prądem“	„pędem“
„	113	II	28 od dołu	„własnośsi“	„własności“

[1]) Por. „El. Zft.“ z r. 1892, z. 14, str. 183—184

[2]) Według kosztorysu inż. *Dihlmauna* — firmy *Siemens* i *Halske.*

CUKROWNICTWO.

Oznaczenie ilościowe sposobem polarymetrycznym cukru krystalicznego w mączkach białych lub żółtych, zawierających rafinozę i glukozy (*dok.*).

Przykład. Mączka biała I rzutu, otrzymana w czasie surowej fabrykacyi, bez użycia filtracyi przez węgiel kostny, świeżo po wydobyciu z wirówek, gdzie była bielona parą — bardzo ładna i biała, ale wkrótce jak zwykle tak otrzymywane mączki — żółkniejąca, została nabytą przez rafineryę z warunkiem normowania ceny podług zawartości cukru. Domieszek obcych nie było; alkaliczność wynosiła 0,0067. Roztwór wodny tej mączki, słabo żółtawy, polaryzował 99,5%; zawartość cukru przemienionego (oznaczonego sposobem *Bodenbendera*) wynosiła 0,02%; zawartość wody, oznaczonej przez wysuszenie w temperaturze wyżej 105° C. wynosiła 0,73%.

Polaryzacya po inwersyi wodanem potasu wykazała 98,66%, co przyjęto jako rzeczywistą zawartość cukru — sacharozy. Poprawka pierwotnej polaryzacyi na zmniejszenie skręcenia — przez cukier przemieniony — wynosi $0,02 \times 0,34 = 0.0068$; ilość tę jako zbyt małą pominięto przy obliczeniu. Jeżeli od polaryzacyi wstępnej 99,50 odejmiemy polaryzacyę po przemianie, przeliczoną na mączkę wilgotną t. j. 98,66%, to otrzymamy 0,84%, jako nadwyżkę polaryzacyi spowodowaną obecnością rafinozy; podzieliwszy tę cyfrę przez 1,85, jako spółczynnik dla rafinozy bezwodnej, otrzymamy 0,46%, jako zawartość rafinozy w danej mączce. Że zaś zawartość popiołu wynosi 0,09%, więc skład danej mączki przedstawia się jak następuje:

cukru krystalicznego, sacharozy	98,66%	bezpośr. oznaczonych
rafinozy	0,46	„ „
cukru przemienionego. . . .	0.02	„ „
popiołu	0,09	„ „
wody	0,73	„ „
suma . . .	99,96%	bezpośr. oznaczonych

Różnica do 100, wynosząca 0,04%, przyjętą została jako niecukier organiczny. Zawartość rafinozy, oznaczona z ilości strąconej w osadzie miedzi (po wysuszeniu mączki i przemianie rafinozy) wypadła 0,42%.

Mączka żółta II rzutu, badana w ten sposób, wykazała: pierwotna polaryzacya 87,9; po usunięciu rafinozy 87,2; czyli rafinozy 0,38%, a niecukru 8,36% — zamiast 8,04, otrzymanych z pierwotnej polaryzacyi. Mączka biała z klarówki pokampanijnej polaryzowała 97,9; po traktowaniu powyższym sposobem okazało się: rafinozy 0,36%, cukru kryst. 97,23, niecukru 0,33, wody 2,08%.

Rafinada z tych mączek w stanie suchym, polaryzowała 100,2; po inwersyi zaś znaleziono: 99,7% cukru kryst. (sacharozy), 0,27% rafinozy, 0,03% niecukru. Taż sama rafinada, po trzykrotnem dekantowaniu alkoholem 76%, polaryzowała po wysuszeniu 100°; traktowana w powyższy sposób wykazała także 100% cukru krystalicz. (sacharozy).

Mączki białe I rzutu, otrzymane w czasie surowej fabrykacyi, przy użyciu 8% węgla kostnego:

Polaryzacya pierwotna:

№ 1) cukru 99,5, niecukru 0,415, wody 0,085%
№ 2) „ 99,7 „ 0,197 „ 0,103 „
№ 3) „ 99,5 „ 0,360 „ 0,140 „

Po traktowaniu wyżej opisanem:

№ 1) cukru 99,460, rafinozy 0,025, niec. 0,430, wody 0,085%
№ 2) „ 99,467 „ 0,129 „ 0,301 „ 0,103 „
№ 3) „ 99,460 „ 0,025 „ 0,375 „ 0,140 „

Próba wzmocnienia prawdopodobieństwa wyników, otrzymanych przy analizie cukrzyc pierwszego i dalszych rzutów wykonywanej sposobem przemiany cukru krystalicznego i rafinozy za pomocą kwasów.

Metoda przemiany kwasem cukru kryst. i rafinozy, w obecnym stanie jej wyrobienia (przepisy *Herzfelda*), daje bardzo dokładne wyniki w razie, jeżeli w badanym produkcie niema innych jeszcze ciał, optycznie czynnych, któreby pod wpływem kwasów zmieniały, podobnie jak cukier i rafinoza swe polaryzacyjne własności. Ponieważ jednak w praktyce cukrowniczej spotykamy się zwykle z takimi właśnie wypadkami, więc też i ta, dokładna z innych względów metoda, narażoną jest na błędy, które starać się należy usunąć, dla zyskania możliwego prawdopodobieństwa otrzymanych wyników. W tym celu zestawmy własności optyczne tych ciał, które mogą się znajdować w badanych produktach w ilościach, dających się odczuć przy analizie, przyczem interesują nas tylko związki, znane jako niewypadające z wodnego roztworu po dodaniu octanu ołowiu, a więc pozostające w roztworze, jako optycznie czynne. Takiemi zaś są: prawa i lewa glukozy, cukier przemieniony i arabinoza; te jednak, nie zmieniając pod działaniem kwasów swych optycznych własności, nie są szkodliwymi przy inwersyi kwasami.

Przeciwnie zachowują się: asparagina i kwas asparaginowy, kwas arabinowy, dekstran *Scheiblera*, galaktan *Lippmana*, pektyn *Pelleta*, glukosacharin *Peligota* i lewulan, stanowiące wraz z kwasem glutaminowym 10 — 60% całego niecukru (*Wachtel*); zmieniają one pod działaniem kwasów swoje optyczne własności: jedne w tym samym kierunku, w jakim odchylają światło spolaryzowane w roztworze wodnym, drugie w kierunku przeciwnym, powiększając błąd podwójnie.

Asparagina $C_4H_8N_2O_3$ skręcenie właściwe: w roztworze wodnym $\alpha_D = -9,07°—9,04°$, po dodaniu kwasu solnego 1—6 [1]) $\alpha_D = +30,04 + 34,00$; przy mniejszym zaś stosunku kwasu solnego 1 i 0,12: $\alpha_D = 0$, poczem: $-0,56$. Kwas asparaginowy $C_4H_7NO_4$ skręcenie właściwe: w roztworze wodnym $\alpha_D = -3,87 - 4,71$, w rozcieńczonym ługu sodowym NaOH 1—5 na 1 cząstkę kwasu $\alpha_D = -4,71°$ (? Red.). Oba te związki w roztworach wodnych, przygotowanych do polaryzacyi, znajdują się w znacznie mniejszych ilościach aniżeli inne, a przytem po zakwaszeniu kwasem octowym tracą siłę skręcenia polaryzacyjnego prawie zupełnie; można je więc uważać za prawie nieszkodliwe. Natomiast kwas arabinowy (pektynowy) z kątem $\alpha_D = -117°$, przemieniający się pod działaniem kwasu w arabinozę z $\alpha_D = +118°$; dekstran z $\alpha_D = +223°$, przechodzący w dekstrozę z α_D (przy $p=20$) $= +53,17°$ i lewulan (parabin *Reichardta*, geloza *Payena*) z $\alpha_D = -221°$, przechodzący w lewulozę z α_D (przy $p=25$) $= -71,87°$, mogą silnie oddziaływać na ostateczny wynik polaryzacyi dokonanej po przemianie za pośrednictwem kwasów, a więc i osłabić znacznie dokładność samej analizy. Kw. arabinowy $C_{12}H_{22}O_{11}$ nie zmienia skręcenia po zakwaszeniu roztworu wodnego kw. octowym; ale można go usunąć zupełnie z wodnego roztworu za pomocą amoniakalnego octanu ołowiu, sporządzonego bezpośrednio przed użyciem [1]) w ten sposób, że roztwór octanu ołowiu zadaje się amoniakiem, aż dopóki nie zniknie powstały męt. Dekstran $C_6H_{10}O_5$ i takiegoż składu lewulan mogą być strącone zupełnie z alkoholowego roztworu za pomocą octanu ołowiu; tak samo zachowuje się i kw. arabinowy. Stąd wniosek: że jeżeli przeprowadzimy wstępną polaryzacyę w alkoholowym roztworze, a następnie strącimy z tego samego alkoholowego roztworu octanem ołowiu w ilości koniecznej niecukry, najsilniej osłabiające inwersyjną analizę, to wynik jej powinien być znacznie prawdopodobniejszym. W tym celu postępuję w sposób następujący: 26,048 *g* cukrzycy lub melasu, rozpuszczam w możliwie małej ilości gorącej wody po ochłodzeniu dodaję alkoholu 90° aż do wypełnienia płynem $^4/_5$ objętości 100 *cm*³ kolbki, mieszam, po kontrakcyi dodaję ostrożnie octanu ołowiu dopóty, dopóki oddzielający się klarowny płyn daje jeszcze osad, i mieszam powtórnie. Po zupełnem wydzieleniu się osadu dolewam alkoholu do kreski 100 i mieszam przez skłócenie, a po kilku minutach filtruję, strzegąc od wyparowania. Z przesączu biorę część wstępnej polaryzacyi, a 50 *cm*³ wlewam do kolbki 100 *cm*³, w której odparowywam zupełnie alkohol na kąpieli wodnej w temperaturze nie przechodzącej 90° C. Po odparowaniu alkoholu, co trwa około godziny czasu, i opłókaniu wnętrza kolbki, doprowadzam do normalnej temperatury, dopełniam wodą do mniej więcej 75 *cm*³, dodaję 5 *cm*³ kwasu solnego o cięż. wł. 1,188

[1]) Jahr Bericht. *Stammer*, 29, str. 132.

i postępuję dalej podług przepisu *Herzfelda*, dla cukrów czystych [1]). Do obliczenia wyniku analizy używałem wzoru *Creydta* dla płynów zawierających rafinozę (dla czego nie nowszego *Herzfelda* ? Red.). Przy tem postępowaniu pozostanie ze związków optycznie czynnych a znajdujących się w większej ilości, tylko kwas glutaminowy $C_5H_9NO_4$; ale jego skręcenie właściwe jest sześć razy mniejszem aniżeli skręcenie właściwe cukru krystalicznego, więc też i błąd polaryzacyjny wynikający z tego źródła, będzie niewielkim.

Przykład. Cukrzyca III rzutu, polaryzowana w roztworze wodnym wykazuje: cukru 67,8, niec. 22,8. Po przemianie kwasem solnym roztworu wodnego znaleziono odchylenie — 19,6. Stąd:

$$A + 67,4$$
$$B - 19,6$$
$$D + 87,4$$

$$C = \frac{87,4 - 0.493\,.\,67,8}{0,831} = 64,9\%\ \text{cukru}$$

$$\text{rafinozy} \quad R = \frac{67,8 - 64,9}{1,85} = 1,56\%.$$

Polaryzacya roztworu alkoholowego dała 68,1, a po przemianie kwasem solnym alkoholowego roztworu znaleziono odchylenie — 18,5.

$$A + 68,1$$
$$B - 18,5$$
$$D + 86,6$$

$$C = \frac{86,6 - 0,493\,.\,68,1}{0,831} = 63,8\%\ \text{cukru}$$

$$\text{rafinozy} \quad R = \frac{68,1 - 63,8}{1,85} = 2,32\%.$$

J. Wolski.

Od Redakcyi. Artykuł powyższy, podający nowy sposób współczesnego oznaczenia sacharozy, rafinozy i cukru przemienionego, zmusza nas do wypowiedzenia dłuższych uwag, mających niejako charakter krytyki—jeżeli nie samej metody, to jej pojedynczych szczegółów. Wspomnimy najprzód w ogóle, że autor grzeszy nieprzytaczaniem źródeł i często brakiem ścisłości w określeniach, a oba te błędy nieraz mogą być powodem niesłusznych nawet z naszej strony zarzutów. Zresztą rozbiór artykułu najlepiej o tem przekona.

Tytuł artykułu opiewa: oznaczenie cukru krystalicznego obok rafinozy i glukoz. Że jednakże w następstwie autor mówi tylko o cukrze przemienionym, rozpatrujemy więc tylko te trzy ciała: sacharozę, rafinozę i cukier przemieniony.

Ponieważ autor opiera swą metodę na rozkładzie rafinozy, należałoby więc przedewszystkiem oznaczyć jej części składowe, za które podług *Tollensa* (N. Z. f. R. Z. Ind. t. XIV str. 41) uważamy trzy glukozy t. j. dekstrozę, lewulozę i galaktozę. Autor jednakże nie określa ściśle składu rafinozy; wspomina wprawdzie, że rafinoza rozszczepia się na składowe glukozy, ale potem mówi ciągle o laktozie. Laktozą zaś nazywa *Lippmann* (D. Zuckerarten 1882, str. 165) cukier mleczny $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$, a i autor ustępem swym o fermentacyi każe przypuszczać, ze miał na myśli to właśnie ciało, a nie galaktozę, zaliczającą się do glukoz $C_6H_{12}O_6$.

Metodę swą opiera autor na własności rafinozy rozszczepiania się w temperaturze powyżej 105° C. na części składowe. Nie znamy źródła, w którem autor znalazł powyższą własność rafinozy; ale na zasadzie własności już stwierdzonych: że mianowicie przy suszeniu rafinozy następuje łatwo karamelizacya (czego dowodem zapewne znane żółknienie), pozwalamy sobie przypuścić, iż przy owem rozszczepianiu zachodzą głębsze zmiany składowych glukoz, które jednak mogą nie przeszkadzać dalszemu biegowi analizy.

Metoda sama rozpada się na trzy części: zwykłą polaryzacyę, przemianę alkaliczną z następną polaryzacyą i oznaczenie cukru przemienionego.

O części pierwszej nie mamy nic do powiedzenia.

Co do części, traktującej o przemianie alkalicznej, to uważamy myśl zastosowania tej przemiany za bardzo szczęśliwą, z tem wszakże zastrzeżeniem, że gołosłownie podana zasada metody t. j. rozkład rafinozy na części składowe jest prawdziwą i że ług potasowy działa na galaktozę podobnie jak na dekstrozę i lewulozę. Należałoby tylko zbadać jeszcze zachowanie się przy tej przemianie i samej sacharozy; octany alkaliów zmniejszają polaryzacyę sacharozy (*Fr. Sachs.* Z. d. V. 1884, str. 1009), trzebaby więc na ich obecność zwrócić uwagę.

Najwięcej zarzutów ściągnie część trzecia t. j. oznaczenie cukru przemienionego, a. m. stosowanie sposobu *Bodenbendera*. Autor wykonywa dwa oznaczenia płynem *Fehlinga*: jedno z mączką niesuszoną, drugie z mączką prawdopodobnie suszoną (bo zawierającą jako produkt rozkładu galaktozę), gotując ją uprzednio z ługiem potasowym; odejmując zaś rezultat oznaczenia drugiego od pierwszego, otrzymuje ilość miedzi, odpowiadającą cukrowi przemienionemu.

Rozpatrzmy oba te oznaczenia:

Oznaczenie pierwsze: w mączce niesuszonej na płyn *Fehlinga* działa tylko cukier przemieniony, rafinoza zaś, jak wiadomo, pozostaje względem tego odczynnika obojętną. Oznaczenie drugie po uprzedniem gotowaniu z ługiem potasowym: Jeżeli autor bierze mączkę niesuszoną, to gotowanie z ługiem potasowym niszczy cukier przemieniony, a nie działa zupełnie na rafinozę; czyli po dodaniu płynu *Fehlinga* nie powinniśmy mieć żadnego osadu. Jeżeli autor bierze mączkę suszoną, a więc zawierającą rafinozę rozłożoną, to gotowanie z ługiem potasowym, niszcząc cukier przemieniony i optyczne własności glukoz, stanowiących części składowe rafinozy, niszczy zapewne zarazem i ich siłę odtleniającą (wprawdzie autor utrzymuje przeciwnie, ale znów nie podaje źródła)—tak, że po dodaniu płynu *Fehlinga* nie powinniśmy i tutaj otrzymać żadnego osadu. Całe więc oznaczenie drugie jest naszem zdaniem zbyteczne.

Dla nas więc metoda przedstawia się jak następuje: *a*) polaryzacya mączki suszonej, dokonana po przemianie alkalicznej: wykazuje sacharozę; *b*) oznaczenie cukru przemienionego płynem *Fehlinga* w mączce niesuszonej; *c*) polaryzacya zwyczajna: wykazuje skręcenie sacharozy, rafinozy i cukru przemienionego, a więc po uwzględnieniu oznaczonych już sacharozy i cukru przemienionego (wymnożony przez 0,34) — skręcenie rafinozy.

Wartoby przytem rezultat tej metody sprawdzić z rezultatami innej metody, mianowicie inwersyjnej.

O sposobach suszenia cukru z wirówek[2]) (tab. VII). Nim przystąpię do szczegółowego opisu sposobów i przyrządów służących do suszenia cukru z wirówek, pozwolę sobie w krótkości omówić warunki, które bezpośredni mają związek z tym okresem fabrykacyi, nadając mu poważne znaczenie. Kwestya dobrego wysuszenia mączki cukrowej jest dla fabrykanta bardzo ważną, choćby już z tego względu, że może wpłynąć na obniżenie wartości handlowej wyprodukowanego towaru. Według naszych prawideł handlowych przy sprzedaży cukru o jego jakości i wartości stanowią przeważnie tylko własności zewnętrzne, t. j. kolor i wielkość kryształków. W obec tego zmuszeni jesteśmy nadać naszemu fabrykatowi odpowiedni wygląd zewnętrzny i dołożyć wszelkich starań, aby był nieposzlakowanie białym; tem bardziej, że już w następnej kampanii piaskownie zaprzestaną mielenia kryształu z przyczyny zaliczenia cukru mielonego do rafinady i obłożenia go dodatkową akcyzą w wysokości 40 kop. od puda. Powszechnie jest wiadomem, że kryształ, nawet nieco gorszy i mniej biały, po zmieleniu wygląda zupełnie biało i nadaje się do sprzedaży, gdy tymczasem wymaga troskliwego traktowania w gotowaniu, bieleniu i suszeniu, jeżeli ma być zbytym w formie krystalicznej. Cukier nie dobrze wysuszony nie może nigdy odpowiedzieć wybrednym wymaganiom, ma kolor brudno szary lub żółtawy, zapakowany zbija się w grudki i nabiera nieprzyjemnej woni, co czyni go albo zupełnie niezdatnym do zbytu, albo też bywa powodem obniżki ceny.

Powszechnie używany sposób bielenia na wirówkach przy pomocy pary i zabiałów, jest przyczyną, że cukier opuszcza wirówki w stanie wilgotnym; stopień zaś wilgoci zależy od wielu czynników, które albo upraszczają cały proces wysuszenia, albo też skłaniają nas do zaprowadzania niekiedy nawet dość skomplikowanych urządzeń. Trudno podać mi tutaj jakiś wzór szablonowy; cała ta manipulacya

[1]) Podręcz. do rozb. chem. *L. Szyfer*, str. 100.

[2]) Referat odczytany na zebraniu Sekcyi cukr. w dniu 28 czerwca r. b.

zastosowaną być musi ściśle do warunków i potrzeb miejscowych. faktem bowiem jest, że czasami nawet urządzenie bardzo pierwotne w jednem miejscu w zupełności wystarcza, kiedy znów gdzieindziej zniewoleni bywamy do szukania sposobów mniej prostych. W ostatnich czasach, gdzie przerób buraków musi się odbywać bardzo szybko, gdzie dążeniem naszem jest wydobywać z cukrzycy w pierwszym rzucie jak najwięcej cukru i przerabiać wraz z burakami większą część żółtych mączek, w obec często szczupłości miejsca, zachodzi potrzeba wysuszenia wielkich ilości cukru w bardzo krótkim czasie, przy oszczędności robocizny i uniknięcia strat wynikłych z częstego noszenia i przesypywania. Celem więc niniejszego referatu będzie rozpatrzenie czynników, przyczyniających się w mniejszym lub większym stopniu do produkcyi cukru wilgotnego z wirówek, i zastanowienie się nad działaniem i budową przyrządów mechanicznych, służących do suszenia mączki cukrowej krystalicznej, czyli tak zwanych „Suszarek“.

Zwyczajnie pomieszczenie wirówek w starych szczególnie fabrykach, wiele pozostawia do życzenia! Już z natury rzeczy sąsiadują one z produktownią i nalewarnią, gdzie podwyższona panuje ciepłota, w samej zaś izbie wirówek powietrze przepełnionem jest oparami pochodzącymi z parowania przy bieleniu cukrzycy, przeczyszczaniu sit i t. p. Wilgoć ta nietylko, że wywiera zły wpływ na cukier wydobywany z wirówek, ale także działa bardzo szkodliwie na cały proces odsiewania kryształków, przedłużając go znacznie, bo pasy wilgotne wyciągają się i nie dają żądanej liczby obrotów. Nadmienić mi tu wypada, że w większej ilości fabryk stacya ta nie odznacza się wcale wzorowym porządkiem! Duszno, brudno, ciemno i tak gorąco, że trudno zrozumieć, jak człowiek może tam przez godzin kilkanaście z rzędu pracować. W skuteczny sposób można temu wszystkiemu zaradzić przez oddzielenie zupełne wirówek przerabiających rzut pierwszy, od wirówek do rzutów następnych, jeżeli na to warunki miejscowe pozwalają. Za pomocą odpowiedniej wentylacyi, choćby nawet mechanicznej, i odprowadzenia pary z poza płaszczów wirówek, powietrze w izbie tej daje się osuszyć a ciepłota uregulować. Oddawna już znany sposób odprowadzania pary z wirówek zapomocą cienkich rurek do wspólnej, grubszej rury poziomej, opatrzonej kominami, znakomite oddaje usługi. W dolnej części płaszcza wycina się mały otwór, z którego wyprowadza się rurkę; do przeszkodzenia zatykaniu się otworu odciekami służy mała zastawka. Przebieg roboty na wirówkach w różnych cukrowniach bywa rozmaity: jedni przerabiają cukrzycę na zimno, inni na gorąco, dają zabiały parowe, syropowe a nawet i wodne; para zabiałowa na różne sposoby bywa osuszaną, a cukrzyca wystawianą na jej działanie. Jakość cukrzycy, jej skład i fizyczne własności największy wpływ wywierają na proces odsiewania; o ile więcej zawiera dobrze wyrobionych kryształów i większą ma czystość, o tyle oddzielanie syropu odbywa się łatwiej, szybciej i dokładniej, a czas zetknięcia kryształów z parą zabiałową zostaje znacznie skróconym.

Od wszystkich tych czynników zależy stopień wilgoci cukru po wybieleniu, i w miarę tego, zadanie ostatecznego wysuszenia staje się łatwiejszem lub trudniejszem. Na zasadzie tych kilku uwag, przychodzę do wniosku, że ten kto lepszą wyrabia cukrzycę, i lepiej ma urządzoną (w szerszem pojęciu) stacyę wirówek, otrzymuje cukier suchszy, a jednorazowe przerzucenie przez sito w suchem miejscu wystarcza w zupełności do dobrego wysuszenia.

Zwyczajnie izbę, zwaną suszką, gdzie właśnie odbywa się suszenie, zaopatruje się w rury ogrzewalne dla ujednostajnienia ciepłoty. W praktyce mej stwierdziłem fakt, że nie zawsze potrzeba izbę taką ogrzewać; przewiew świeżego powietrza działa jeszcze lepiej; wszystkie okna były ciągle otwarte, nawet podczas znacznych mrozów; suszka była o tyle odosobnioną od innych sal fabrycznych, że powietrze zewnętrzne nie wywoływało kondensacyi. Cukier mieliśmy bardzo piękny i zupełnie suchy.

Przyrządy służące do przenoszenia i podnoszenia cukru oddziaływają bardzo dodatnio na suszenie, prowadzą bowiem cukier w cienkich warstwach i małych ilościach ochładzając go już znacznie. Szczególnie przy wirówkach z dolnem wypróżnianiem działają bardzo skutecznie ślimaki, różnych konstrukcyj, i pasy, czyli przenośniki. Bardzo dowcipnie, pomyślanym jest sposób przenoszenia cukru zapomocą „rury ruchomej“ (Schwinge-Förderrohr) patent *Kreiss'a.* Pomysł ten został zaprezentowanym na wystawie w Pradze Czeskiej przez fabrykę mechaniczną *Breitfelda* i *Daneka.* Rura o 6-cio calowej średnicy zawieszoną jest na kilku płaskich, stalowych sprężynach, korbą zostaje wprowadzoną w ruch; za każdym obrotem rura się podnosi i opuszcza, i równocześnie odbywa ruch w kierunku prostym a potem wstecznym. Cukier wprowadzony do rury ulega tymże samym ruchom, a na zasadzie fizycznej „bezwładności“ posuwa się naprzód aż do końca rury. Szczególnie zasługuje na uwagę ta okoliczność, że rura może być prowadzoną w dowolnym kierunku i kierunek ten stosownie do potrzeby zmieniać, bez ujemnego wpływu na działanie. „Rura ruchoma“ o średnicy 150 *mm*, 20 *mm* skoku korby i 450 obrotach na minutę przenosi w godzinie koło 150 hektolitrów cukru. Rezultat to bardzo poważny! Łatwo osądzić, że sposób *Kreiss'a* przewyższa dotychczas używane, i w niedługim czasie albo zupełnie wyruguje, albo też w części zastąpi wszelkie pasy, transportery, ślimaki i t. p. urządzenia. Prowadzenie daje się zastosować w każdym punkcie na całej długości rury, wymaga bardzo małej siły, koszt urządzenia jest niewielki, nie przyprawia nas o straty, nie niszczy kryształu, a przedewszystkiem odznacza się i tą zaletą, że nie posiada łożyska, jak np. ślimak, które by trzeba było smarować, nie brudzi więc cukru. Urządzenie to zastosowano w kilku fabrykach czeskich, gdzie działa bez zarzutu, śmiało więc „rurę ruchomą“ każdemu polecić można.

Do podniesienia cukru na wyższe piętra i na suszkę, używa się *podnośników*, pionowo, albo też pochyło ustawionych. Budowa takiego podnośnika jest nader prostą, i daje się z łatwością w warsztatach każdej cukrowni wykonać. W konstrukcyach nie różni się od zwykłych podnośników, służących do podnoszenia buraków lub wytłoków, jest tylko słabiej zbudowany i w mniejszych rozmiarach. Na dwóch bębnach żelaznych lub drewnianych chodzi pas parciany lub bawełniany 150—180 *mm* szeroki; aby się z bębnów nie zesunął, kanty tychże są trochę wystające. Do pasa zapomocą śrubek przytwierdzone są małe kubełki z blachy żelaznej lub cynkowej. Zawartość jednego kubełka nie przenosi 3 funt. Wysokość podnośnika i ilość kubełków muszą być zastosowane do warunków miejscowych, i do ilości cukru mającego być podniesionym; 50 — 60 kubełków rozmieszczonych na pasie, przy 20-tu obrotach górnego bębna na minutę, wystarcza do podniesienia 300 ctr. m. cukru na dobę. Pas raz dobrze naciągnięty, albo się już wcale nie wyciąga, albo bardzo mało, ciężar bowiem podnoszony jest nadzwyczaj mały, a przy napełnieniu wszystkich kubełków nie dochodzi do jednego centnara. Bardzo dobre oddaje usługi *sito ruchome* (Schüttelsieb) tak umieszczone, że podnośnik wyrzuca na nie cukier; w ten sposób oddzielić można grudki bez następnego przerzucania ręcznego, jak to zwyczajnie się praktykuje.

Omówiwszy zasadnicze kwestye z suszeniem cukru związek bezpośredni mające, w krótkości i pobieżnie, jak na to ramy niniejszego sprawozdania pozwalały, przystępuję z kolei do opisu *„Suszarek“.*

Pierwsze miejsce, jako przyrząd najdawniej znany i najwięcej u nas rozpowszechniony, zajmuje: *„Suszka Falcmana“.* Rysunku tutaj nie przedstawiam, zadawalniając się tylko krótkim opisem jej budowy i działania, bo przyrząd to nader prosty i szerszemu ogółowi dokładnie znany. Suszka *Falcmana* jest to bęben, z blachy żelaznej, 4 — 5 *m* długi, a średnicy 1¼ — 2 *m* mający, zawieszony poziomo na wale spoczywającym na dwóch łożyskach. Bęben obraca się bardzo wolno, bo 3 do 4 razy na minutę, wraz z wałem do którego jest stale przymocowanym. Obrót dostaje z przekładni zapomocą kół zębatych. Do wewnętrznej strony cylindrycznego bębna, przytwierdzone są łopatki żelazne, w kilku szeregach, w kierunku długości, w ten sposób, że każdy szereg stanowi jeden skręt linii śrubowej w położeniu do osi bębna. Cukier wpada z jednego końca cylindra, zostaje podniesionym przez łopatki i cienkim strumieniem przesypywanym; śrubowy sposób rozstawienia łopatek sprawia posuwanie się cukru ku przeciwległemu końcowi bębna, gdzie zupełnie już wysuszony opuszcza suszarkę, i może być na-

tychmiast nasypywanym w worki. Niekiedy używają przy suszce *Falcmana* jeszcze wentylatora, w celu doprowadzenia powietrza, ażeby cukier przesypywany był wystawionym ciągle na jego działanie. W zwyczajnych warunkach można również dobrze pracować i bez wentylatora tem bardziej, że tenże przyczynia się do pomnożenia strat, prąd powietrza porywa bowiem ze sobą cząsteczki cukru. Z suszki *Falcmana* cukier wychodzi zupełnie suchy, przyrząd więc ten w zupełności odpowiada swemu celowi; jeden tylko można zrobić mu zarzut, że ściera kryształ, przez co tworzy się dużo pyłu. Aby cukier był podnoszonym i przesypywanym przez łopatki, musi na dnie bębna zebrać się pewna warstwa, ulegająca ruchowi postępowemu w kierunku długości bębna, kiedy blacha, będąca podstawą tej warstwy, odbywa ruch obrotowy; wynikłe ztąd tarcie o blachy i kryształów między sobą, które się przewracają na wszystkie strony (jak np. drobne kamyki w rzece) jest przyczyną częściowego ich uszkodzenia, t. j. zaokrąglenia ostrych kątów. Dlatego cukier z suszki *Falcmana* odznacza się wyglądem mniej żywym, bo kryształki obleczone są cieniutką warstwą miału. Jeżeli z wirówek wychodzi cukier zastygły, to zachodzi potrzeba ręcznego rozbijania grudek, nawet po przejściu bębna *Falcmana*, można tego jednak uniknąć, przy ścisłym dozorze roboty na wirówkach. Pomijając te drobne usterki, działanie suszki *Falcmana* jest bardzo dobrem, czego dowodzi bardzo liczne zastosowanie w praktyce, a panu *Falcmanowi* należy się szczere podziękowanie, był bowiem jednym z pierwszych, którzy podjęli pracę w tym kierunku.

Zupełnie nieznaną u nas w Królestwie jest „Suszka" do mączki cukrowej, pomysłu p. *Władysława Koporskiego*, dyrektora cukrowni w Lewadzie gub. Podolskiej. Znalazła ona już zastosowanie w kilku cukrowniach Cesarstwa, mianowicie w Lewadzie, Uladówce, Szpanowie, Pijach i Piwcach. Suszarka *Koporskiego* zbudowaną jest w formie podłużnej szafy z belek drewnianych, obitych deskami. Na wierzchu tej szafy znajduje się kosz A (p. tablica № VII), do którego sypie się cukier w celu rozdrobnienia, które dokonywa się za pomocą 8-miu noży z żelaza kutego (stale na wale obrotowym (a) osadzonych. Rozdrobniony już cukier wpada z kosza na *garnitur sit*, w części schodkowych, umieszczonych pod sobą we wnętrzu szafy. Sita te, do poziomu nieco nachylone, złączone są w jedną całość, zapomocą obicia z desek, przez co razem tworzą rodzaj skrzyni, która zawieszoną jest na prętach żelaznych (h, h) ażeby z łatwością i swobodnie mogła poddawać się ruchom. Ruch ten otrzymuje z wału korbowego. Również we wnętrzu szafy, ponad pierwszym sitem, znajduje się *walec* drewniany (E) obity fryzowaną blachą, obracający się około swej osi i ruchomy w kierunku pionowym; służy on do rozbijania grudek cukru na pierwszem zaraz sicie. W chwili gdy korba stoi na dole, skrzynia sitowa zajmuje położenie najniższe, górne sito jest więc oddalone od walca, w miarę podnoszenia się korby sito zbliża się do walca, skutkiem czego kawałeczki zostają rozbite. Niższe sita są zrobione z blachy dziurkowanej, schodkowo ułożonej, i one to służą do posuwania i podrzucania cukru w górę, który odbywszy tę drogę jest doskonale wysuszonym i może być nasypywanym w worki. Ponad sitami przepływa powietrze suche, wpędzone skrzydłami wentylatora, i uchodzi kanałem (L) opatrzonym kilkoma zastawkami (g, g, g) aby pochwycić cząsteczki cukru prądem porwane. Za normalną temperaturę uważa wynalazca 16°R. W czynności przyrządu tego nie widziałem, zebrałem o nim jednak jak najpochlebniejsze wiadomości. Według opinii p. *Schucha* z Mironówki, w cukrowniach „Pije" i „Piwce", suszarka *Koporskiego* działała bardzo dobrze, susząc do 400 ctr. m. cukru na dobę. Koszt urządzenia wynosił rs. 500. Zwykle buduje się suszkę na miejscu w fabryce według objaśnień samego wynalazcy, lub biura technicznego w Kijowie *K. Hubera*. O ile mi wiadomo u nas w Warszawie, inżynier *E. Włodarkiewicz* czyni starania w celu pozyskania tego wynalazku na Królestwo Polskie.

Firma *Olszewicz* i *Kern* reprezentuje *Suszarkę Lacha*, dyrektora jednej z niemieckich cukrowni. O wynalazku tym czynię tylko pobieżną wzmiankę, brak mi bowiem szczegółowych danych, odsyłając osoby bliżej interesowane do wyżej wymienionej firmy. Podaję tylko zasadniczą myśl suszarki *Lacha*. Składa się ona z cylindra postawionego pionowo; do wewnętrznej strony cylindra przymocowane są pierścienie jeden pod drugim, lejkowato zwężone ku dołowi. Przez środek przechodzi wał, do którego przytwierdzone są talerze jeden pod drugim, obracające się razem z wałem. Cukier po przebyciu sita wpada w górę do cylindra, i kaskadowo przesypuje się z pierścieni na talerze, rozsypanym więc jest na znacznej powierzchni. Do środka cylindra wprowadzone jest powietrze specyalnymi przewodami. Zdaje się, że suszka *Lacha*, powinna działać dobrze.

W „Dodatku Cukrowniczym" z miesiąca października (№ 1) r. zeszłego w korespondencyi z *Płoskirowa* w gub. Podolskiej, zamieściłem pobieżny opis *podnośnika*, a zarazem *suszki* do cukru pomysłu *W. Michelego*. Niestety, przedwczesna śmierć nie pozwoliła wynalazcy dokończyć pracy i doczekać się jej pomyślnych rezultatów. Podnośnik działał przez czas kilku tygodni znakomicie, t. j. że suszył cukier, dłuższa jednak praktyka wykazała w drobnych szczegółach konstrukcyi małe usterki; postanowiłem więc takowe usunąć, co z łatwością dało się wykonać przez zmianę niektórych drobiazgów. Obecnie przedstawiam tu (por. tabl. VII) szkic „Podnośnika Suszki", uproszczonej konstrukcyi, która według mego zdania przedstawia kompletną gwarancyę prawidłowego działania.

Zasadniczą myślą „Podnośnika Suszki" jest *dwukrotne* podniesienie cukru do góry. Na pasie bawełnianym przymocowane są kubełki, podobne i w podobny sposób, jak opisałem przy zwykłym podnośniku, z tą różnicą, że ilość ich jest podwójna, są bowiem rozmieszczone po obydwu stronach pasa. Zamiast bębnów górnego i dolnego służą po dwa koła zębate; podnośnik prowadzonym jest dwoma łańcuchami, których ogniwa trafiają na zęby górnych i dolnych kół. (W podobny sposób jak przy podnośnikach używanych w rafineryach do podnoszenia stożków). Pas służy tylko do zawieszenia kubełków i do przedzielenia cukru prowadzonego przez kubełki zewnętrzne, od cukru prowadzonego przez kubełki wewnętrzne. Kubełki zewnętrzne wynoszą cukier do góry, skąd rurą drewnianą wpada do środka podnośnika, i cienkim strumieniem przesypuje się po skośnie ustawionych łopatkach na sam dół, gdzie zostaje zabranym przez kubełki umieszczone po wewnętrznej stronie pasa, wprowadzonym do góry i wysypanym do rynny drewnianej a w dalszym ciągu do worka. Podnośnik cały jest naturalnie obity deskami. Powietrze doprowadza się rurą w dole przytwierdzoną, w górze zaś, ponad rynną cukrową ustawia się drewniany komin (dusznik) opatrzony zastawkami. Wysokość całego takiego urządzenia wraz z kominem wynosi zawsze kilkanaście metrów, powstaje więc naturalny ciąg powietrza, powiększony różnicą temperatury panującej w salach fabrycznych, przez które podnośnik przechodzi. Że podnośnik-suszka może stać tylko w położeniu pionowem, nie potrzebuję dodawać. W praktyce okazał się zupełnie odpowiadającym swemu celowi, bo suszył cukier bardzo dobrze. Odznacza on się wieloma zaletami, które stawiają go wyżej od podobnych urządzeń. Przedewszystkiem spełnia jednocześnie dwa zadania, bo suszy i podnosi cukier, zastępuje więc podnośnik i suszarkę; kryształu nie psuje, bo tenże przesypuje się cienkim strumieniem spadając po gładkich powierzchniach deseczek własnym ciężarem, między sobą się więc nie trze. Koszt urządzenia jest nie wielki, sumiennie więc można polecić „Podnośnik-Suszkę", każdemu, kto podobnego urządzenia potrzebuje i ma zamiar zaopatrzyć się w takowe. Ktoby pragnął bliższych i szczegółowych danych w sprawie budowy podnośnika *Michelego*, zechce udać się do inżyniera *E. Włodarkiewicza*, który wszelkich objaśnień chętnie udzieli.

Na tem kończę sprawozdanie „o sposobach suszenia cukru z wirówek". Nie powiedziałem tu nic nowego dla doświadczonego cukrownika, ani nie wyczerpałem przedmiotu, bo nie pozwalały na to czas i ramy niniejszego referatu, dążeniem mojem tylko było wykazać, że istnieje w tej kwestyi znaczny materyał, który należałoby uwzględnić przy remontach i nowych budowach fabryk cukrowych.

Wacław Wojcicki.

Дозволено Цензурою, Варшава, 24 Іюля 1892 г. — Druk J. Sikorskiego, Warecka, 14.

Wydawca, Maurycy Wortman. Red. odp. Adam Braun.